

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta



Katedra antropologie a genetiky člověka

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Odhad věku podle RTG snímků trvalého chrupu dětí: ověření
přesnosti a spolehlivosti metody Moorrees et al., (1963) pro
potřeby bioarcheologie**

(Dental age assessment from panoramic radiographs in children
using Moorrees et al., (1963) method
and its accuracy and reliability in bioarcheology)

Řešitel: Bc. Jiřina Havránková

Školitel: Doc. RNDr. Jaroslav Brůžek, Ph.D.

Praha 2013

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím uvedené odborné literatury.

Praha 2013

.....

Jiřina Havránková

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli doc. RNDr. Jaroslavu Brůžkovi PhD. za vlídný přístup a odborné rady během psaní této diplomové práce, jakož i za poskytnutí materiálu potřebného k vypracování praktické části práce. A samozřejmě také děkuji rodičům, kteří mě podporovali nejen při psaní diplomové práce, ale během celého studia.

OBSAH

ABSTRAKT.....	6
----------------------	----------

ABSTRACT.....	7
----------------------	----------

1. ÚVOD.....	8 - 10
2. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	11
3. TEORETICKÁ ČÁST.....	12
3.1. Dělení zubů.....	12
3.2. Stavba zubu.....	12 - 13
3.2.1. Vnější stavba zubu.....	13 - 14
3.2.2. Vnitřní stavba zubu.....	14 - 20
3.3. Rozdíly mezi zuby a jejich určování.....	20
3.3.1. Rozdíly mezi jednotlivými typy zubů.....	20 - 23
3.3.2. Rozdíly mezi zuby dočasnými a trvalými.....	23 - 25
3.3.3. Rozdíly mezi zuby horními a spodními.....	26 - 31
3.3.4. Jak poznat pozici jednotlivých zubů v dentici?.....	31 - 35
3.3.5. Rozdíly mezi zuby pravé a levé strany.....	36 - 42
3.4. Vývoj zubů.....	43 - 44
3.5. Růst jako adaptace a sekulární trend.....	44
3.5.1. Longitudinální růstové trendy.....	45 - 46
3.6. Odhad věku.....	46
3.6.1. Biologický věk	47 - 48
3.6.2. Zubní věk.....	49
3.6.2.1.Odhad zubního věku živých jedinců v rámci forenzních věd.....	50 - 51
3.6.2.2.Odhad zubního věku mrtvých těl a kosterních pozůstatků v rámci forenzních věd.....	52
3.7. Odhad zubního věku pro potřeby bioarcheologie.....	53
3.8. Vybrané metody hodnocení zubního věku.....	54 - 55
4. MATERIÁL A METODY.....	56
4.1. Materiál.....	56
4.2. Metody.....	57 - 61

5. VÝSLEDKY.....	62 - 75
6. DISKUZE.....	76 - 78
7. ZÁVĚR.....	79 - 80
POUŽITÁ LITERATURA.....	81 - 85

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá odhadem věku u dětí podle rentgenových snímků jejich trvalého chrupu. Konkrétně jde v této práci o ověření přesnosti a spolehlivosti použití jedné konkrétní metody a možnosti jejího použití pro potřeby bioarcheologie. Obecně lze říci, že v paleoantropologii a bioarcheologii jsou nejčastěji užívány dva metodologické přístupy. Jedním z nich je metoda podle Demirjiana a kolektivu (1973) a její nejrůznější modifikace, druhým přístupem je metoda navržená Moorreesem a spolupracovníky v roce 1963. Obě metody jsou založeny na hodnocení stupně mineralizace zubů, přičemž stádia mineralizace zubů jsou srovnávána s referenčními daty s cílem odhadu zubního věku.

Výhodou metody podle Demirjiana et al. (1973) je skutečnost, že byla modifikována a testována jen v posledním desetiletí v téměř dvaceti různých populacích a prokázala svou životaschopnost především v klinické praxi a forenzních vědách. Její nevýhodou je nutnost zachovalosti vícero zubů mandibuly současně a tato podmínka je v bioarcheologii často nesplnitelná (Brůžek et al. 2005). Z těchto důvodů je v bioarcheologii dávána přednost metodě podle Moorrees et al. (1963), protože umožňuje odhad věku dožití i v případě přítomnosti jediného zubu, a proto je metoda podle Moorrees et al. a spolupracovníků předmětem zájmu i této diplomové práce.

Je totiž žádoucí, po více než půlstoletí, rozšířit znalosti variability stupně mineralizace zubů vzhledem ke kalendářnímu věku pomocí metody Moorrees et al. a spolupracovníků. Je známo, že i mineralizace chrupu podléhá vlivům, jako je sekulární trend (Monge et al. 2007) a jsou pozorovány rozdíly mezi jednotlivými populacemi a u indikátorů podle Moorrees et al. se jedná o velkou neznámou.

Klíčová slova: odhad věku - zubní věk - mineralizace a erupce chrupu - Moorrees et al. (1963) - panoramatické RTG snímky

ABSTRACT

This thesis deals with estimation of age in children by using radiographs of their permanent teeth. Specifically aim of this thesis is effort to verify the accuracy and reliability of the use of one particular method and its possible use for the purposes of bioarcheology. Generally speaking, in paleoanthropology and bioarcheology are most often used two methodological approaches. One method is proposed by Demirjian and coworkers (1973) and its various modifications, the second approach is the method proposed by Moorrees and coworkers in 1963. Both methods are based on the evaluation of the degree of mineralization of the teeth, and tooth mineralization stages are compared with reference data in order to estimate dental age.

The advantage of the method according Demirjian and coworkers (1973) is the fact, that it has been modified and tested only in the last decade in almost twenty different populations and demonstrated its viability especially in clinical and forensic sciences. Its disadvantage is the necessity of preservation of several mandibular teeth simultaneously, and this condition is often not satisfiable in bioarcheology (Brůžek et al. 2005). For these reasons, in bioarcheology is preferred method proposed by Moorrees and coworkers (1963), because it allows the estimation of life expectancy in the presence of a single tooth, and therefore the method proposed by Moorrees and collaborators is the concern of this thesis.

It is desirable that, after more than half a century, to expand knowledge of variability in the degree of mineralization of teeth due to calendar age using the method by Moorrees and colleagues. It is known that mineralization of the teeth subject to influences such as secular trend (Monge et al. 2007) and the observed differences between populations and indicators according Moorrees it is unknown.

Keywords: estimation of age - dental age - mineralization and eruption of the teeth - Moorrees et al. (1963) - panoramic radiographs

1. ÚVOD

Zuby patří v antropologii mezi jedny z nejdůležitějších zdrojů informací, a to nejen k odhadu věku (Kullman 1995). Jsou velice důležité při studiu lidských kosterních pozůstatků, ať už v historickém nebo forenzním kontextu. Zuby jsou vysoce rezistentní vůči tafonomickým faktorům a i jejich drobné fragmenty bývají snadno identifikovatelné (Hillson 1996). Jsou užitečné v antropologii, paleontologii, paleostomatologii a forenzních vědách jako biomarkery dožitého věku, protože bývají zachovány i dlouhou dobu po smrti (Rai et al. 2009).

Zuby jsou nejodolnějším orgánem v lidském těle, rezistentní vůči různým vnějším vlivům, stejně jako vůči mechanickému, tepelnému a chemickému podráždění. Jejich specifické složení a tvar, které jsou podmíněny jejich funkcí, jsou zdrojem mnoha různých dědičných a získaných vlastností (Brkic et al. 2000, Dahlberg 1971).

Zuby umožňují nejpřesnější odhad dožitého věku u nedospělých jedinců a zároveň jsou srovnatelné s ostatními metodami u jedinců dospělých. Kromě toho vykazují vysokou morfologickou variabilitu, která může být využita ke srovnávání recentních i vymřelých populací. Specifická mikroabraze nebo známky určitých chorob mohou pomoci určit typ stravy a vývojové anomálie zubní skloviny jsou důležitým indikátorem zdravotního stavu zkoumané populace (Hillson 1996).

Odhad zubního věku, tedy určení stupně vývoje chrupu, má zásadní význam nejen v antropologii pro odhad věku archeologických a forenzních vzorků, ale i v medicíně, a to jak ve stomatologii a ortodoncii, zejména pro správné načasování ortodontické léčby i složitějších dentoalveolárních chirurgických zákroků, tak i v dětském lékařství, kde lze srovnání chronologického, kostního a zubního věku použít při diagnostice řady patologických stavů, jako například endokrinních onemocnění, systémových kostních onemocnění, kostních metabolických poruch a všech forem chorob spojených s opožděním či naopak urychlením vývoje (Komínek, Rozkovecová 1984, Harris 2010, Ogodescu et al. 2011). Věkové rozpětí mezi 9. až 14. rokem je nejdůležitějším obdobím, pokud jde o odhad zubního věku dítěte a následně o určení správného načasování zahájení případné ortodontické léčby (Al - Emran 2008). Odhad věku u dětí podle rentgenových snímků chrupu je proto, vedle odhadu věku podle rentgenových snímků ruky a zápěstí, nejpoužívanější a nejspolehlivější metodou (Cameriere, Ferrante 2008).

Odhad věku je sub-disciplínou forenzních věd a může být velmi důležitou součástí veškerých identifikačních procesů, zejména pokud jsou informace o zesnulém nedostupné. Věk je totiž zahrnován do tzv. „velké čtyřky“ forenzní antropologie, společně s pohlavím, výškou a etnickou příslušností (Scheuer 2002, Dirkmaat 2008). Je potřeba, aby byl odhad co nejpřesnější, protože díky němu lze zúžit vyhledávání v policejních složkách pohřešovaných osob a umožňuje efektivnější a časově úsporný přístup. Odhad věku má širší význam v soudním lékařství, a to nejen pro účely identifikace zemřelých osob, ale také v souvislosti s vyšetřováním zločinů a nehod. Kromě toho je chronologický věk důležitý v lidské společnosti jako zásadní indikátor pro začátek povinné školní docházky, hraje roli v otázce sociálních dávek i zaměstnanosti, a v neposlední řadě také v otázce uzavření manželství (Willems 2001, Wenzel et al. 2010).

Mineralizace chrupu je stále častěji upřednostňována v odhadu věků dožití nedospělých jedinců před hodnocením pouhé zubní erupce, protože vývoj zubu je mnohem méně ovlivňován vnějšími vlivy, mezi které patří například extrakce předchozího dočasného zubu (Willems et al. 2001). Výhodou je také to, že stupeň mineralizace zubů lze velice dobře a přesně ohodnotit prostřednictvím rentgenových snímků (Rai 2008). Tato metoda je ve většině případů upřednostňována, ve výjimečných případech bývá použito přímé hodnocení ze zubních pozůstatků (Harris 2010). Vzhledem k tomu, že zuby začínají kalcifikovat již ve fetálním období a postupně, jak dítě stárne, zvyšuje se jejich počet, vytvářejí relativně kompletní chronologii od fetálního života až po dospělost (Shackelford et al. 2012). V paleoantropologii a bioarcheologii jsou nejčastěji užívány dva metodologické přístupy. Jedním z nich je metoda podle Demirjiana et al. (1973) a její modifikace, druhým přístupem je metoda navržená Moorreesem a spolupracovníky v roce 1963. Obě metody jsou založeny na hodnocení stupně mineralizace zubů. Stádia mineralizace zubů jsou srovnávána s referenčními daty s cílem odhadu zubního věku. Obě metody se opírají o referenční populaci severoamerických dětí z východního pobřeží USA v případě metody podle Moorrees et al. (1963) a o kanadskou populaci dětí z Montrealu v případě původní metody Demirjianovy.

Výhodou metody podle Demirjiana et al. (1973) je skutečnost, že byla modifikována a testována jen v posledním desetiletí v téměř dvaceti různých populacích a prokázala svou životaschopnost především v klinické praxi a forenzních vědách. Její nevýhodou je nutnost zachovalosti vícero zubů mandibuly současně a tato podmínka je v bioarcheologii často nesplnitelná (Brůžek et al. 2005). Z těchto důvodů je v bioarcheologii

dávána přednost metodě podle Moorreese et al.(1963), která je v tomto oboru častěji užívána (Smith 1991, Saunders 1993, Scheuer a Black 2000), protože umožňuje odhad věku dožití i v případě přítomnosti jediného zubu.

Je proto žádoucí, po více než půlstoletí, rozšířit znalosti variability stupně mineralizace zubů vzhledem ke kalendářnímu věku pomocí metody Moorreese a spolupracovníků. Je známo, že i mineralizace chrupu podléhá vlivům, jako je sekulární trend (Monge et al. 2007) a jsou pozorovány rozdíly mezi jednotlivými populacemi a u indikátorů podle Moorreese se jedná o velkou neznámou.

2. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tato diplomová práce se zaměřuje na odhad zubního věku podle panoramatických rentgenových snímků trvalého chrupu u dětí. Konkrétně se soustředí na ověření spolehlivosti metody Moorrees, Fanning, Hunt (1963) a na vhodnost jejího použití pro potřeby bioarcheologie. Zároveň si klade za cíl zhodnotit několik parametrů, které budou mít vypovídající hodnotu o populaci, na které bude ověření reliability dané metody probíhat.

Cílem diplomové práce tedy je:

- a) Ohodnotit stav mineralizace chrupu na základě 922 anonymizovaných panoramatických RTG snímků chrupu francouzských dětí z jihozápadní Francie podle způsobu klasifikace, kterou navrhl Moorrees et al. (1963). Jedná se o homogenní soubor dětí známého věku, narozených po roce 1989, které mi byly dodány v numerické podobě mým školitelem.
- b) Porovnat validitu metody pro tuto populaci a zjistit tak relativní odchylku v odhadu věku v jednotlivých věkových třídách pro jednotlivé zuby i jejich kombinace, jak podle pohlaví, tak ve verzi unisex.
- c) Na základě konstatovaných rozdílů predikovat rizika chyb a interval přesnosti odhadnutého věku.
- d) Zjistit, zda je odhad zubního věku oproti věku chronologickému spíše nadhodnocený nebo podhodnocený.
- e) Porovnat, zda se zuby levé a pravé poloviny dolní čelisti vyvíjejí stejně
- f) Zjistit, zda se zuby vyvíjejí stejně rychle u dívek i u chlapců, to znamená, jestli se jednotlivá vývojová stádia jednotlivých zubů objevují u obou pohlaví ve stejném věkovém rozpětí.

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1. Dělení zubů

Zuby se dělí podle tvaru, délky růstu a podle trvání a výměny. Podle tvaru se zuby dělí na homodontní a heterodontní. V případě homodontního chrupu mají všechny zuby v čelistech stejný tvar, u heterodontního chrupu jsou zuby rozdělené na řezáky, špičáky, premoláry a moláry. Počet zastoupených druhů zubů je druhově specifický. Zuby se dále dělí podle délky růstu na zuby s omezeným růstem (brachyodontní), které po prořezání z dásně již nerostou, na zuby s prodlouženou dobou růstu (semihypselodontní), které rostou i nějakou dobu po prořezání a na zuby trvale rostoucí (hypselodontní), které rostou po celý život. Třetím kritériem dělení zubů je trvání chrupu a jeho výměna. Existují zuby polyfyodontní, které jsou uspořádány v několika řadách a po vypadnutí je zub nahrazen novým, dále zuby difyodontní, kdy nejprve vyrůstá dočasný, mléčný zub, a ten je později nahrazen zubem trvalým, a nakonec zuby monofyodontní, kdy zub vyrůstá jen jednou za život a není nahrazován.

Zuby člověka jsou heterodontní, s omezeným růstem a většinou difyodontní, s výjimkou stoliček, které jsou monofyodontní (Dostálová, Seydlová et al. 2008).

3.2. Stavba zubu

Zuby (dentes) jsou fylogeneticky velmi staré útvary složené z tvrdých tkání, které vyčnívají z horní a dolní čelisti ve dvou obloukovitých řadách - arcus dentalis superior a arcus dentalis inferior, přičemž horní oblouk má elipsovité tvar, dolní pak tvar parabolický. Chrup člověka je heterodontní, což znamená, že zuby jsou různě tvarované a funkčně specializované. Jejich úlohou je uchopování, dělení a rozměňování potravy (Junqueira et al. 2002).

U dospělého člověka je 32 stálých zubů, které jsou uspořádány v horní a dolní čelisti do dvou bilaterálně téměř symetrických oblouků. V každém kvadrantu se nachází 8 zubů: 2 řezáky, jeden špičák, 2 premoláry a 3 stoličky. Stálým zubům předchází chrup dočasný, který je tvořen dvaceti dočasnými (deciduálními) zuby. Dvanáct stoliček trvalého chrupu nemá u člověka žádné předchůdce. Stálé zuby mají stejný mikroskopický vzhled jako zuby dočasné (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

Zub se skládá z části vyníhávající z dásně, tedy z korunky (známé též jako anatomická korunka), a z jednoho nebo více kořenů (známých také jako anatomické kořeny) skrytých v dásni, které jsou zasazeny do kostních lůžek zvaných alveoly. Pro každý zub existuje jeden alveol. Tyto alveolární výběžky poskytují zubům velice silnou oporu. Korunka je kryta mimořádně tvrdou sklovinou, zatímco kořen je potažen cementem. Sklovina a cement se stýkají v oblasti zvané krček zubu. Vnitřek zubu obsahuje další kalcifikovaný materiál, dentin. Ten obklopuje prostor vyplněný tkání, dřeňovou dutinu. Dřeňová dutina začíná od špičky kořene jako kořenový kanál, kde je vyvinut malý otvůrek, kudy do pulpy vstupují krevní a lymfatické cévy a nervy. Zub je pevně fixován v alveolu periodontálními vazy, které jsou složeny ze silných kolagenních svazků. Část ústní sliznice, která kryje alveolární výběžky, představují dásně. U nově prořezaných zubů se dásně přiklání ke sklovině, ale s přibývajícím věkem dásně obvykle ustupuje a nakonec se místo ke sklovině přiklání až k cementu (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

3.2.1 Vnější stavba zubu

Zub se skládá z těchto částí:

- korunka zubu (corona dentis)
- krček zubu (columm dentis)
- kořen zubu (radix dentis)
- dřeňová dutina (cavitas (cavum) dentis)

(viz obr. 1)

Corona dentis je část vyčníhávající z dásně, je pokryta hladkou sklovinou a rozlišují se na ní plochy (facies) podle zubu a polohy na něm.

- ***Facies occlusalis***, což jsou kousací plochy, přičemž u jednotlivých druhů zubů se objevuje různý počet kousacích hrbolků (cuspides dentales). Podle jejich počtu se rozlišují zuby bez hrbolů, zuby s jednoduchým hrotem a zuby s více hrbolky - dvou a vícehrbolkové.
- ***Facies vestibularis***, které jsou obrácené do vestibulum oris (tzn. proti rtům a tvářím) a jsou patrné zvenčí.
- ***Facies palatinalis***, což jsou plochy přivrácené k patru.
- ***Facies lingualis***, tedy plochy přivrácené k jazyku.
- ***Facies contactus***, tedy styčné plochy mezi sousedními zuby. Při pořadí zubů

zpředu dozadu se rozlišuje *facies mesialis* (obrácená dopředu, tj. ke střední čáře) a *facies distalis* (obrácená dozadu, tj. od střední čáry).

(Čihák 2002).

Columm dentis je malý úsek mezi korunkou a kořenem, který je pokryt měkkými tkáněmi dásně. Zdravá dásně dosedá pevně ke krčku zubu a mezi epitelem dásně a zubem vytváří tzv. gingivodentální uzávěr. Ten zabraňuje proniknutí látek a bakterií z úst do pojivových tkání okolo zubního kořene.

Radix dentis je část uložená v kostěném alveolu čelisti, která je připojena ozubicí (periodontium). Rozlišuje se kořen jednoduchý a větvený (existují jedno- až tříkořenné zuby) a je zakončený hrotem (apex radices dentis).

Cavitas (cavum) dentis je rozšířená v korunce (cavitas coronalis) a zužuje se krčkem do kořenového kanálku (canalis radices dentis). Ústí na hrotu jako foramen apicis dentis. V dřevné dutině je obsažena pojivová zubní dřev (pulpa dentis) s cévami a nervy (Čihák 2002).

3.2.2. Vnitřní stavba zubu

Vnitřní stavbu zubu tvoří:

- sklovina - email (enamelum)
- zubovina - dentin (dentinum)
- zubní cement (cementum)
- zubní dřev (pulpa dentis)

(viz obr. 2)

Sklovina (enamelum)

Sklovina je nejtvrdějším materiálem lidského těla, který je zároveň nejbohatším zdrojem vápníku. Je to nejvíce mineralizovaná tkáň a i to je důvod, proč jde o nejtvrďší tkáň v lidském těle. Z devadesáti pěti procent se skládá ze solí kalcia (především hydroxyapatitu), 0,5% tvoří organická hmota a zbytek voda. Hlavním minerálem podílejícím se na složení skloviny je fluorohydroxyapatit.

Sklovina vzniká činností buněk ektodermového původu, na rozdíl od většiny ostatních struktur zubu, jež jsou odvozeny z mezodermu nebo neurální lišty. Sklovina je produkována vnitřními ameloblasty sklovinného orgánu. Organická matrix skloviny není složena z kolagenních fibril, ale sestává přinejmenším ze dvou heterogenních tříd proteinů, zvaných amelogeniny a enameliny. Sklovina je tvořena protáhlými tyčinkami nebo sloupci krystalů hydroxyapatitu, která jsou označována jako sklovinná prizmata a jsou k sobě vázána interprizmatickým emailem. Jak sklovinná prizmata, tak i interprizmatický email jsou tvořeny krystaly hydroxyapatitu, liší se jen orientací těchto krystalů. Každé prizma proniká celou tloušťkou skloviny. Sklovina je tedy secernována buňkami, označovanými jako ameloblasty. Jsou to vysoké cylindrické buňky, obsahující v oblasti pod jádrem velké množství mitochondrií. Nad jádrem se nachází velké množství profilů drsného endoplazmatického retikula a dobře vyvinutý Golgiho komplex. Každý ameloblast je opatřen apikálním výběžkem, zvaným Tomesův výběžek. Tento výběžek obsahuje četná sekreční granula, v nichž je ukryt protein, který vytváří sklovinou matrix. Vzhledem k tomu, že ameloblasty degenerují, když dojde k erupci zubu, nejsou přítomny k regeneraci a opravě poškozené skloviny ve vyšším věku. Sklovina, která je prasklá, ulomená nebo postižená zubním kazem, proto musí být opravena nebo nahrazena umělou zubní výplní. Sklovina má namodralou až lehce nažloutlou barvu (Cormack 2001, Klika et al. 1988, Junqueira et al. 2002).

Zubovina (dentinum)

Dentin se skládá ze základní hmoty (ta je tvořena odontoblasty), a z dentinových tubulů s Tomesovými vlákny. Svým způsobem je strukturou velice podobný kosti, avšak vlivem vyššího stupně mineralizace, tedy díky vyššímu obsahu zvápenatělých solí, je tvrdší. Základní hmotu tvoří kolagenní fibrily I. typu, dále glukosaminoglykany a kalciové soli, které tvoří 70% suché hmotnosti, a jsou zde přítomny ve formě krystalů hydroxyapatitu. Organická matrix dentinu je secernována odontoblasty, které lemují

vnitřní povrch zubu a oddělují jej od dřevné dutiny zubu. Odontoblast je polarizovaná štíhlá buňka, která produkuje organickou základní hmotu pouze na povrchu přivráceném k dentinu. Jádra buněk jsou umístěna při bázi. Odontoblasty mají charakteristickou strukturu polarizovaných elementů secernujících proteiny se sekrečními granulami obsahujícími protokolagen. Odontoblasty mají tenké větvené cytoplazmatické výběžky, které pronikají šířkou dentinu v kolmém směru a nazývají se Tomesova vlákna. Tyto výběžky se s růstem dentinu do šířky prodlužují a probíhají v malých kanálcích (canaliculi dentis), které se na rozhraní dentinu a skloviny bohatě větví. Výběžky odontoblastů se směrem k distálním koncům postupně tenčí. Matrix produkovaná odontoblasty není zpočátku mineralizovaná a nazývá se predentin. Mineralizace vyvíjejícího se dentinu začíná ve chvíli, kdy se objeví tzv. matrixové vezikuly, což jsou váčky ohraničené membránou. Obsahují jemné krystaly hydroxyapatitu, přičemž tyto krystaly rostou a slouží jako krystalizační jádra pro další ukládání minerálu na okolních kolagenních fibrilách.

Dentin, stejně jako kost, roste apozicí. Odontoblasty leží výhradně na vnitřní hranici zubu, takže růst dentinu je omezen na pulpální povrch na okraji dřevné dutiny. Na rozdíl od kosti, dentin přetrvává jako mineralizovaná tkáň dlouho po zániku odontoblastů. Jen díky tomu je možné zachovat zuby, jejichž pulpa a odontoblasty byly zničeny infekcí. U dospělých zubů, které mají sklovinu narušenou opotřebením nebo zubním kazem, obvykle dochází k reaktivní dentinogenezi, při které se obnovuje syntéza jeho komponent (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

Zubní cement (cementum)

Zubní cement je jednou z pomocných struktur, které se podílejí na fixaci zubu v horní nebo dolní čelisti. Je to tkáň, která pokrývá dentin v oblasti kořene a má stavbu podobnou kosti, přestože v ní chybějí Haversovy systémy i krevní cévy – je tedy avaskulární. V apikálním úseku, kde je silnější, se nacházejí buňky podobné osteocytům, zvané cementocyty. Podobně jako osteocyty jsou i cementocyty uzavřeny v lakunách propojených systémem kanálků. Ve zbylé části je cement bezbuněčný. Cement je stejně stabilní jako kostní tkáň a reaguje na mechanickou zátěž resorbí nebo novotvořením tkáně v závislosti na tom, jaká je povaha zátěže, které je vystaven. Pokud dojde ke zničení periodontálního vaziva, cement podléhá nekróze a může být vstřebán. Stálá tvorba cementu kompenzuje růstové změny, kterými zub normálně prochází. Hlavním úkolem

tohoto procesu je udržovat kontakt mezi kořeny a stěnou alveolu (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

Zubní dřev (pulpa dentis)

Zubní dřev je tvořena řídkým vazivem a jejími hlavními komponenty jsou odontoblasty, fibroblasty, tenké kolagenní fibrily a základní hmota obsahující glykosaminoglykany. Dřev je bohatě inervována a zásobena cévami, přičemž krevní cévy a myelinizovaná nervová vlákna vstupují do foramen apicis dentis a větví se zde. Některá z nervových vláken ztrácejí myelinovou pochvu a pronikají na krátkou vzdálenost do dentinových kanálků. Tato vlákna jsou nesmírně citlivá na bolest (Junqueira et al. 2002).

Pomocné struktury

Mezi pomocné struktury, které se podílejí na fixaci zubu v horní nebo dolní čelisti, patří cement (viz výše), periodontální vazy, alveolární kost a gingiva.

Periodontální vazy

Periodontální vazy neboli periodont, jsou složeny ze speciálního druhu husté vazivové tkáně, jejíž vlákna pronikají do cementu a připevňují ho ke kostěným stěnám alveolu. Tato intercelulární vlákna umožňují omezený pohyb zubu. Periodont navíc také slouží jako periost alveolární kosti. Jeho vlákna mají takové uspořádání, aby podporovala síly, které vznikají při žvýkání. Díky tomuto uspořádání je zamezeno přímému přenosu tlaku na kost, který by navodil místní resorpci. Dalo by se říci, že se celý periodontální vaz chová jako hydraulický tlumič. Kromě toho vazy obsahují krevní cévy, nervová vlákna a aferentní nervová zakončení citlivá na tlak. Kolagen periodontálních vazů má podobné rysy jako v nezralé tkáni, protože má rychlou obměnu proteinů a velký podíl rozpustného kolagenu. Prostor mezi vlákny je vyplněn glykosaminoglykany. Vysoká rychlost obnovy kolagenu v periodontu s sebou přináší ale i určitá rizika. Totiž, faktory, které ovlivňují syntézu proteinů a kolagenu, jako je například nedostatek bílkovin nebo vitamínu C, vedou k atrofii periodontálních vazů. V důsledku tohoto procesu se zuby v alveolech uvolňují a v extrémních případech může dojít i k jejich vypadnutí. Na druhou stranu je však relativní plasticita periodontu výhodná pro ortodontické zákroky, díky kterým je možné dosáhnout zásadní změny v postavení zubů v čelistech (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

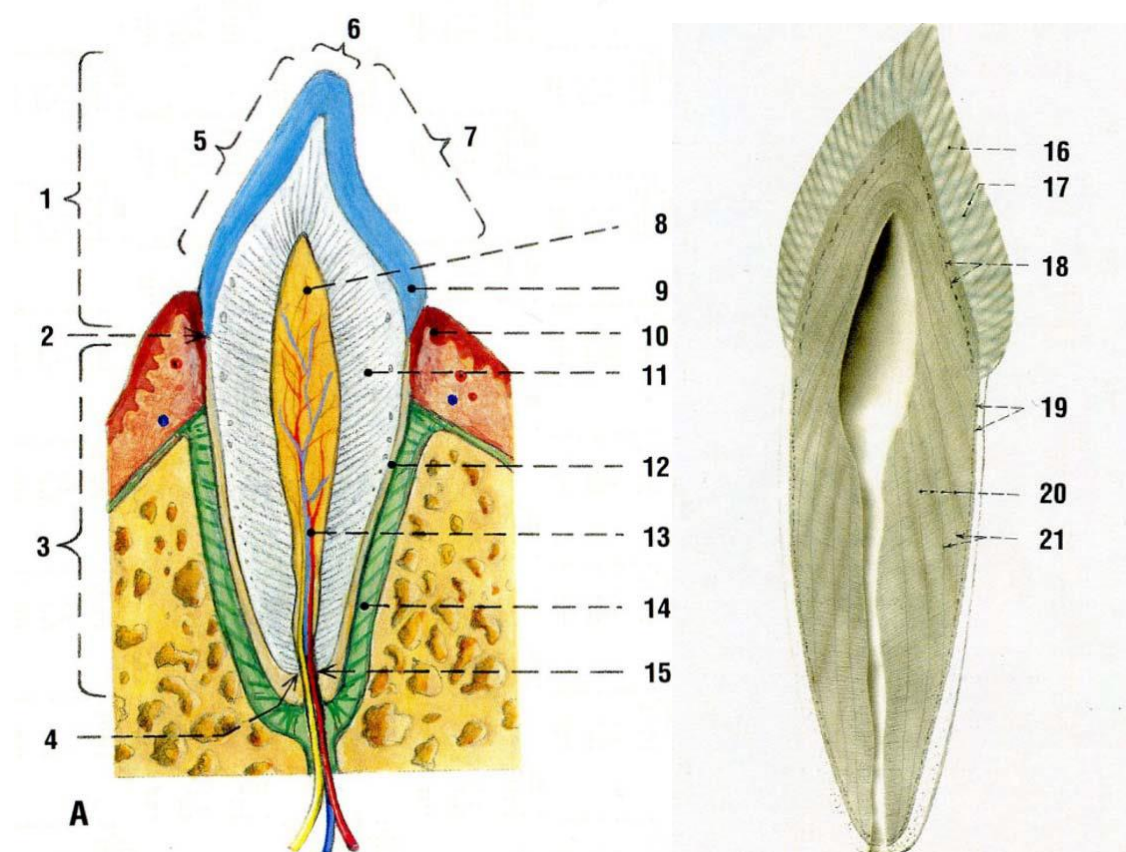
Alveolární kost

Alveolární kost je v neustálém kontaktu s periodontálními vazy. Je to kost nezralého typu, tedy vláknitá, ve které kolagenní vlákna nemají lamelární uspořádání, které je typické pro zralou kost. Díky četným kolagenním vláknům, která pronikají kostí i cementem, vznikají spojovací můstky mezi oběma strukturami. Kost v okolí zubních kořenů vytváří alveolus, tedy zubní lůžko a cévy a nervy procházejí alveolární kostí k foramen apicis dentis a pronikají pomocí kořenů do pulpy (Junqueira et al. 2002).

Dáseň (gingiva)

Dáseň je vlastně sliznice pevně upevněná k periostu horní a dolní čelisti. Sestává z vrstevnatého dlaždicového epitelu a četných vazivových papil. Epitel je připevněn k zubní sklovině prostřednictvím kutikuly, která je jakousi zesílenou bazální laminou, a vytváří Gottliebův epitelový úpon. Epitelové buňky jsou ke kutikule připevněny pomocí hemidesmozomů, což jsou buněčné spoje mezi epiteliálními buňkami a pod nimi ležící bazální laminou. Mezi epitelem a sklovinou je vytvořen gingivální žlábek, který ve formě mělké brázdičky obkružuje korunku. Pokud se bakteriální film, který pokrývá zub (tzv. dentální plak), nahromadí v gingiválním žlábků, může dojít k narušení epiteliálního těsnění u spodní části zubu, což potom činí periodontální tkáň náchylné k infekcím a zánětům (Cormack 2001, Junqueira et al. 2002).

Obr. 1.

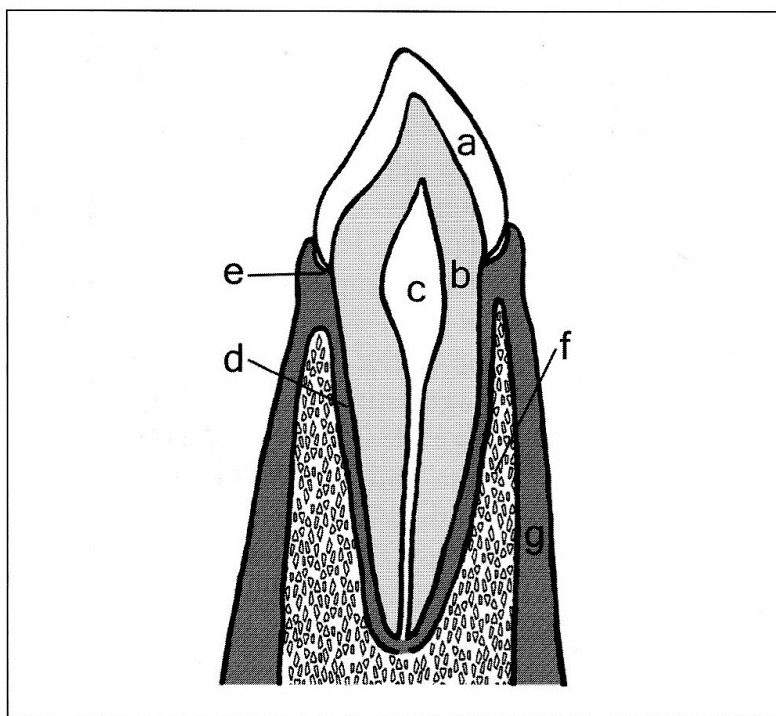


Obr. 1: Stavba zubu: A - schéma stavby zubu, B - struktura zubu na výbrusu

1. corona dentis, 2. collum dentis, 3. radix dentis, 4. apex radialis dentis, 5. facies vestibularis, 6. facies occlusalis (masticatoria), 7. facies lingualis, 8. cavitas dentis, v ní pulpa dentis, 9. sklovina, enamelum, 10. dásen, gingiva, 11. zubovina, dentinum, 12. zubní cement, cementum, 13. canalis radialis dentis s kořenovým úsekem dřeně, 14. periodontium, 15. cévy zubu s nervem, 16. Retziusovy paralelní proužky, 17. Hunterovy-Schregerovy proužky (širší světlejší a tmavší proužky), 18. spatia interglobularia, 19. Tomesova zrnitá vrstva, 20. Hunter - Schregerovy proužky (širší světlejší a tmavší proužky), 21. Owenovy konturní linie (Ebnerovy linie)

(Obr. převzat z: Čihák 2002).

Obr. 2.



Obr. 2: Zjednodušené schéma stavby zubu

a – sklovina, b – dentin, c – dřeňová dutina, d – cement, e – cementosklovinná hranice, f – kost, g – dásně

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005)

3.3. Rozdíly mezi jednotlivými zuby a jejich určování

3.3.1. Rozdíly mezi jednotlivými typy zubů

Prvním krokem identifikace je jednoznačně posouzení, k jakému typu určitý zub patří. Existují čtyři typy zubů: řezáky, špičáky, zuby třenové (premoláry) a stoličky (moláry). Každý typ zubu vykazuje charakteristické znaky, které ho odlišují od ostatních typů (viz obr. 4). Řezáky a špičáky dohromady tvoří přední část zubního oblouku a jsou používány k ukusování potravy. U těchto zubů je kousací plocha označována jako incizální. Premoláry a moláry potom slouží k rozmělnění potravy. Plocha, na které u premolárů a molárů dochází ke kontaktu při rozmělnění potravy, se označuje jako okluzální plocha. V každém kvadrantu dentice se u dočasného chrupu nachází dva řezáky, jeden špičák a dva moláry, takže dohromady tvoří 20 zubů (viz obr. 3). Naproti tomu u

trvalého chrupu se obvykle nachází v každém kvadrantu dva řezáky, jeden špičák, dva premoláry a tři moláry, což dohromady čítá 32 zubů (Baker et al. 2005).

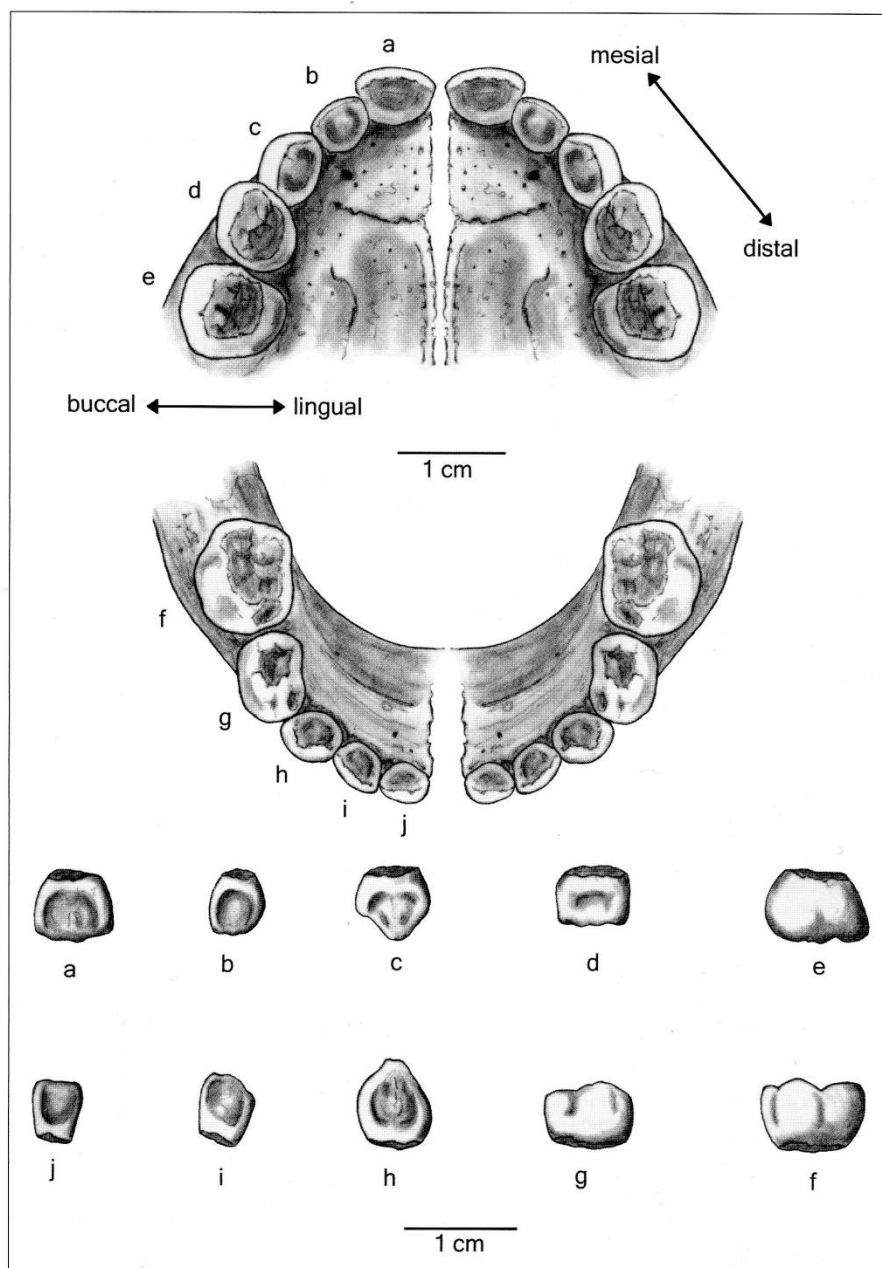
Řezáky jsou uzpůsobené pro ukusování potravy a jsou to zuby, které se v ústní dutině nacházejí nejvíce vpředu. Jsou tvarovány jako malé lopatky nebo plochý šroubovák s ostrou špičkou. Když dojde k opotřebení skloviny na incizální ploše, tmavší dentin se projeví jako tenká čára. Labiální plocha (plocha přivrácená ke rtům) je konvexní, naopak linguální plocha (plocha přivrácená k jazyku) je konkávní. Na linguální straně, těsně pod cementosklovinnou hranicí, se nachází mírné vyboulení, známé jako tuberculum, ze kterého se směrem k incizální ploše rozbíhají marginální rýhy. Řezáky mají jednoduchý kořen (Baker et al. 2005).

Špičáky se v některých ohledech podobají řezákům. Také mají jednoduché kořeny a korunku s jedním vrcholem, na kterém jsou patrné marginální rýhy. Korunka se zužuje do ostrého ústředního bodu nebo vrcholu, na rozdíl od řezáků, kde je incizální plocha širší. Tuberculum bývá obvykle větší než u řezáků. Od tohoto hrbolku vybíhá výrazný hřeben, který prochází celou linguální plochou a podpírá vrchol zubu. Špičáky mají vyšší korunky a delší kořeny než řezáky. Při opotřebení dochází k expozici dentinu na incizální ploše špičáku a má tvar diamantu – na rozdíl od lineárního tvaru, který se nachází u řezáků.

Premoláry jsou často označovány jako dvouhrbolkové nebo tříhrbolkové, protože na jejich korunkách jsou často patrné právě dva nebo tři výrazné hrbolky. Mají mnohem komplexnější kořeny než řezáky a špičáky. Většinou bývají jednoduché, ale mohou se vyskytovat i zdvojené. Morfologicky se nacházejí na pomezí předních zubů a stoliček. Větší z hrbolků se obvykle nachází na bukální straně (strana přivrácená k tváři), naopak menší hrbolky (nebo hrbolky) se nachází na straně linguální. Premoláry se vyskytují pouze v trvalém chrupu, mléčný chrup tento typ zubů nemá (Baker et al. 2005).

Moláry jsou určeny k rozmělnění potravy. Proto jsou jejich korunky větší než u ostatních typů zubů. Také kořeny jsou mnohem komplexnější, moláry jsou dvoukořenové nebo tříkořenové. Obecně platí, že horní moláry mají kořeny tři, spodní obvykle dva. Korunky těchto zubů mají obdélníkovitý tvar a několik výrazných hrbolků, obvykle čtyři nebo pět (Baker et al. 2005).

Obr. 3.



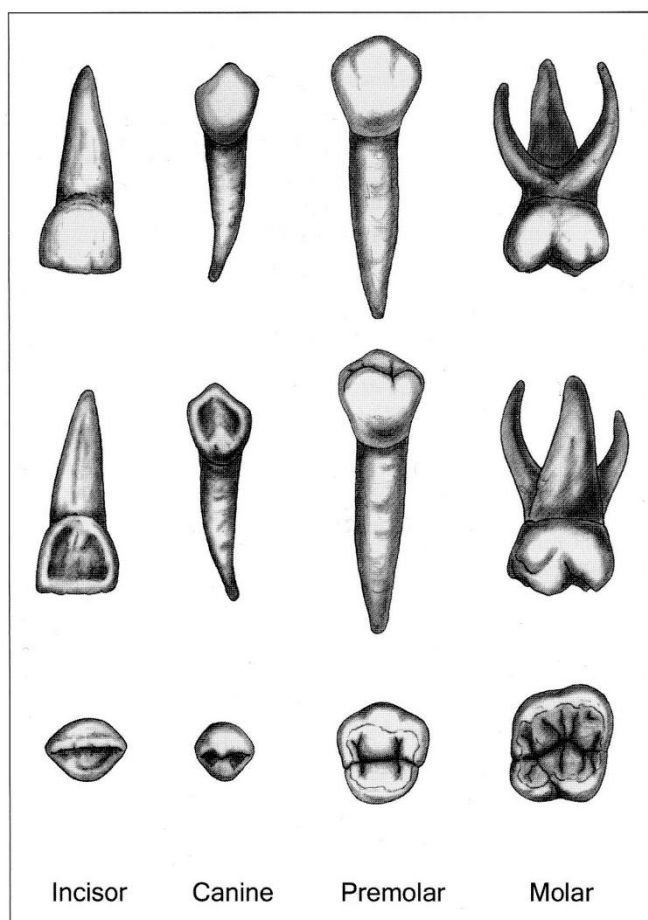
Obr. 3: Dočasná dentice horní i spodní čelisti z pohledu okluzální plochy

horní čelist: a - centrální řezák, b - laterální řezák, c - špičák, d - 1. stolička, e - 2. stolička

dolní čelist: f - 2. stolička, g - 1. stolička, h - špičák, i - laterální řezák, j - centrální řezák

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 4.



Obr. 4. Typy trvalých zubů

horní řada: labiální/bukální strana

prostřední řada: linguální strana

dolní řada: okluzální strana

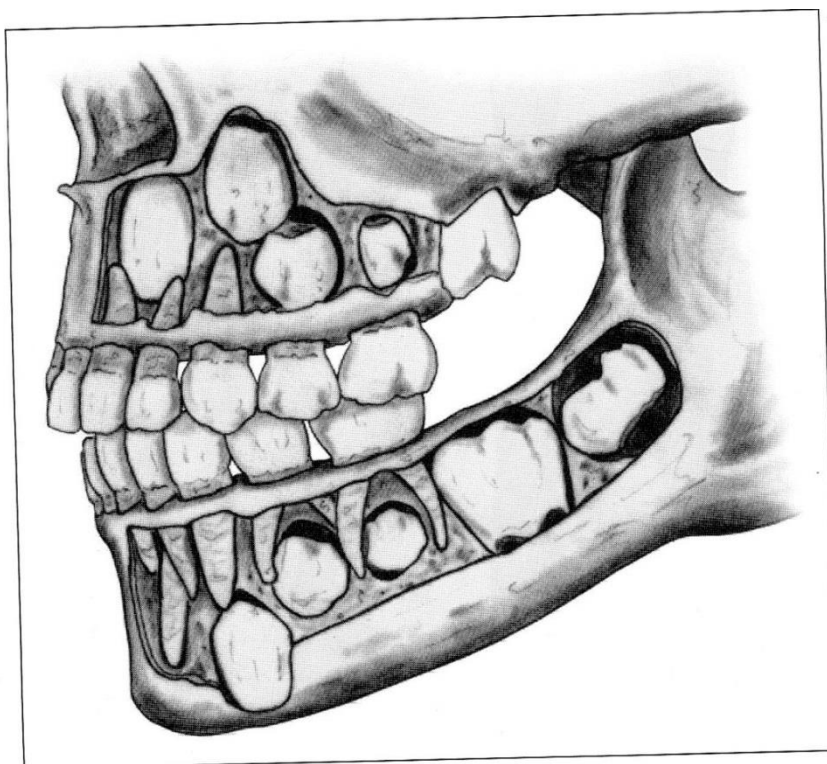
(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

3.3.2. Rozdíly mezi zuby dočasnými a trvalými

Při narození člověka jsou v čelistech přítomny pouze zuby dočasné. U starších dětí se později začínají formovat zuby trvalé, které jsou ale ukryté v čelistech a začínají se prořezávat kolem šestého roku věku. Kolem dvanáctého roku má obvykle dítě všech dvacet dočasných zubů vypadnutých a všechny trvalé zuby jsou buď již plně prořezané, prořezávají se nebo se začínají vyvíjet v čelistech (třetí moláry - tzv. zuby moudrosti). To

znamená, že daný jedinec má krátce po narození až do doby dospívání přítomny oba typy zubů – zuby dočasné i trvalé. Tato kombinace bývá označována jako tzv. smíšený chrup (viz obr. 5). Je proto nesmírně důležité seznámit se s faktory, podle kterých lze dočasný a trvalý zub bezpečně odlišit a rozeznat (viz obr. 6). První indikátor, který je rozhodně potřeba zvážit, je celková velikost zubu. Dá se říci, že dočasné zuby jsou zmenšené verze zubů trvalých, takže jsou v porovnání mnohem menší. I v případě, kdy ještě není korunka plně vytvořená, vyvíjející se trvalý zub je širší než jeho dočasný předchůdce. Kořeny trvalých zubů jsou také větší, zatímco kořeny dočasných zubů jsou kratší a štíhlé. Kořeny dočasných stoliček jsou často velmi rozdílné, protože se klenou nad vyvíjejícími se korunkami trvalých premolárů, takže jsou jimi limitované. Dále je potřeba zaměřit se na korunky jednotlivých zubů. Korunky dočasných zubů mají tendenci být více baňaté, mají tzv. bochánkovitý tvar. Tento tvar je ještě více podtržen cementosklovinnou hranicí mléčných zubů. Sklovina mléčných zubů je tenčí než u zubů trvalých. Proto se mléčné zuby poměrně rychle opotřebovávají a mohou mít nažloutlé až nahnědlé zbarvení, které je způsobené barvou dentinu, který může sklovinou prosvítat (Baker et al. 2005).

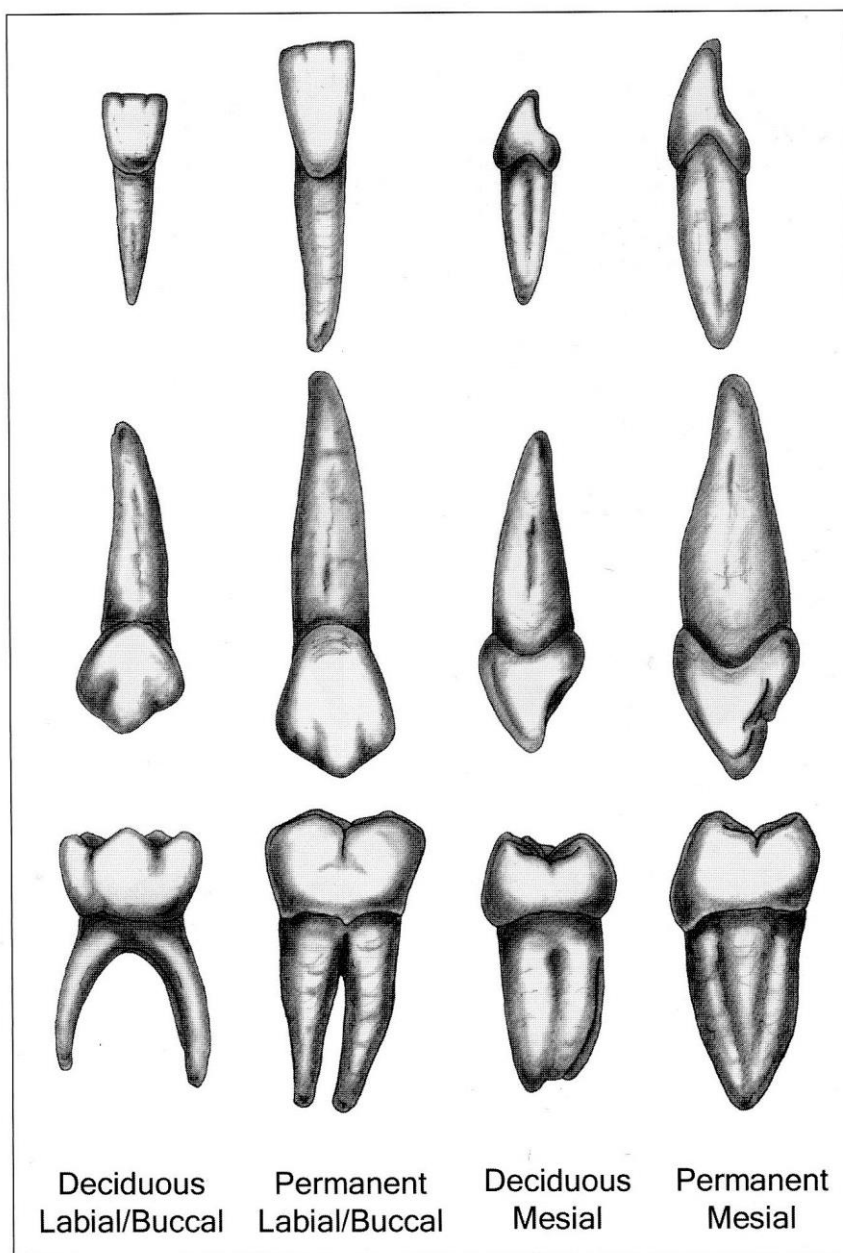
Obr. 5



Obr. 5 Smíšená dentice zhruba čtyřletého dítěte

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 6



Obr. 6: Srovnání dočasných a trvalých zubů

horní řada: řezáky, prostřední řada: špičáky, dolní řada: stoličky

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

3.3.3. Rozdíly mezi zuby horními a spodními

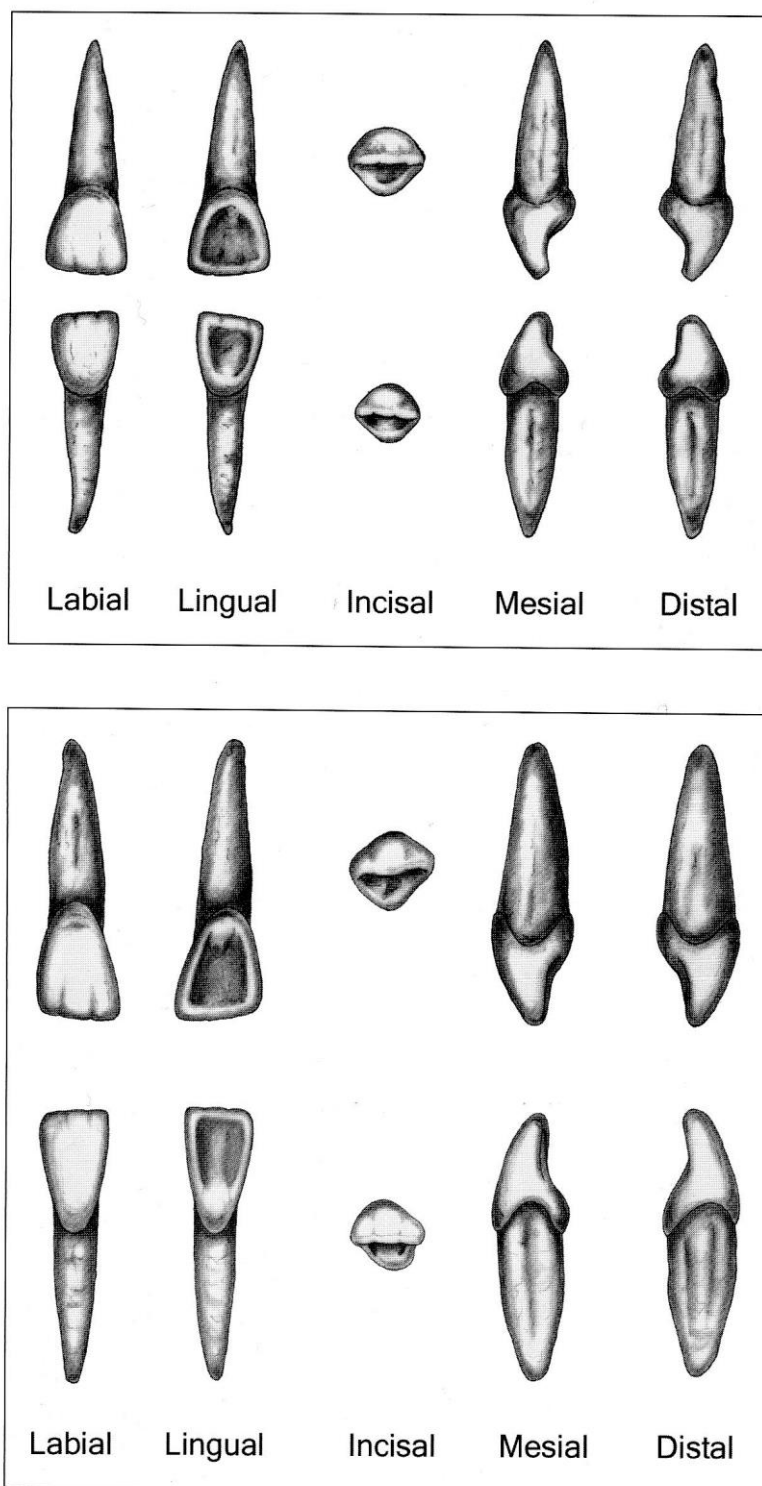
Řezáky horní čelisti jsou větší a mají mnohem výraznější lopatkovitý tvar než řezáky spodní čelisti, které jsou menší, nižší a více odpovídají tvaru obdélníku. Marginální linie na linguální straně jsou u řezáků spodní čelisti málo patrné nebo úplně chybí, naopak u horních řezáků jsou výrazné. Také tuberculum je u horních řezáků větší a širší. Kořeny horních řezáků jsou mnohem robustnější a mají typicky kruhový průřez. Oproti tomu kořeny spodních řezáků jsou jakoby mesiodistálně stlačené a jejich průřez je proto elipsovitý. Dalším rozdílem je to, že opotřebení se u horních řezáků ukazuje typicky na linguální straně, zatímco u spodních řezáků je typické na straně labiální. Důvodem tohoto opotřebení je pozice zubů při skousnutí – horní řezáky při skusu obvykle překrývají spodní, takže se dotýkají u horních řezáků linguální a u spodních labiální stranou (viz obr. 7).

Špičáky horní čelisti mají, stejně jako u řezáků, širší a výraznější tuberculum, zatímco u zubů spodní čelisti je tuberculum menší a nižší. U horních špičáků je také mnohem výraznější a ostřejší hrbolek na korunce, naopak hrbolek spodních špičáků bývá tupější. Korunka horních zubů bývá širší, naopak u spodních zubů je korunka štíhlejší a delší, takže má spíše obdélníkovitý tvar. Stejně jako u řezáků dochází k opotřebení linguální plochy u horních špičáků a naopak labiální u zubů spodních. Důvodem je opět typický překryv při skusu (viz obr. 8).

Nejsnazší cestou k rozeznání horního a spodního premoláru je porovnat jejich okluzální plochu. Oba hrbolky horních premolárů jsou zhruba stejně velké (alespoň v porovnání s hrbolky spodních premolárů), ačkoli bukální hrbolek bývá o něco málo větší a vyšší. Spodní premoláry mívají dva nebo tři hrbolky, přičemž bukální hrbolek bývá výrazně větší a vyšší. Korunka horních premolárů často tvarem připomíná číslo 8 kvůli drážkám, které oddělují jednotlivé hrbolky. Okluzální plochy spodních premolárů je často kruhovitá (v případě, že se na korunce nacházejí pouze dva hrbolky) nebo téměř čtvercová (pokud jsou přítomny hrbolky tři). Horní i spodní premoláry obvykle mívají jeden kořen, který je výrazně širší bukolinguálně. Horní premoláry ale mohou mít někdy dva kořeny (jeden bukální a jeden linguální) a ve výjimečných případech dokonce tři (Baker et al. 2005). Tyto tříkořenné zuby pak mají dva bukální kořeny a jeden kořen linguální, stejně jako horní moláry (viz obr. 9).

Jednoduchým způsobem, jak rozeznat horní a spodní molár, je porovnání počtu a pozice jejich kořenů. Moláry horní čelisti mají typicky tři kořeny, přičemž jeden je uložen linguálně, druhý mesiobukálně a třetí distobukálně. Moláry spodní čelisti mají oproti tomu typicky kořeny pouze dva (jeden postavený mesiálně, druhý distálně). U molárů ale často dochází k fúzi jednotlivých kořenů, což může jejich správnou identifikaci ztížit. Často jsou ale u těchto zfúzovaných kořenů vidět linie, podle kterých se dá původní počet určit. Horní a spodní moláry lze také odlišit podle počtu hrbolků na korunce. Horní moláry mívají obvykle tyto hrbolky čtyři, dva malé bukální, jeden větší mesiolinguální a jeden menší distolinguální. Někdy ale mívají jen tři hrbolky, v těchto případech chybí hrbolek distolinguální. Tvar korunky horních molárů je proto typicky čtvercový. Oproti tomu spodní moláry mívají obvykle pět hrbolků, přičemž dva jsou linguální, dva bukální a jeden je pak vmezeřen mezi distobukální a distolinguální hrbolek (Baker et al. 2005). Korunka spodních molárů je delší mesiodistálně, takže výsledný tvar korunky je více obdélníkovitý (viz obr. 10).

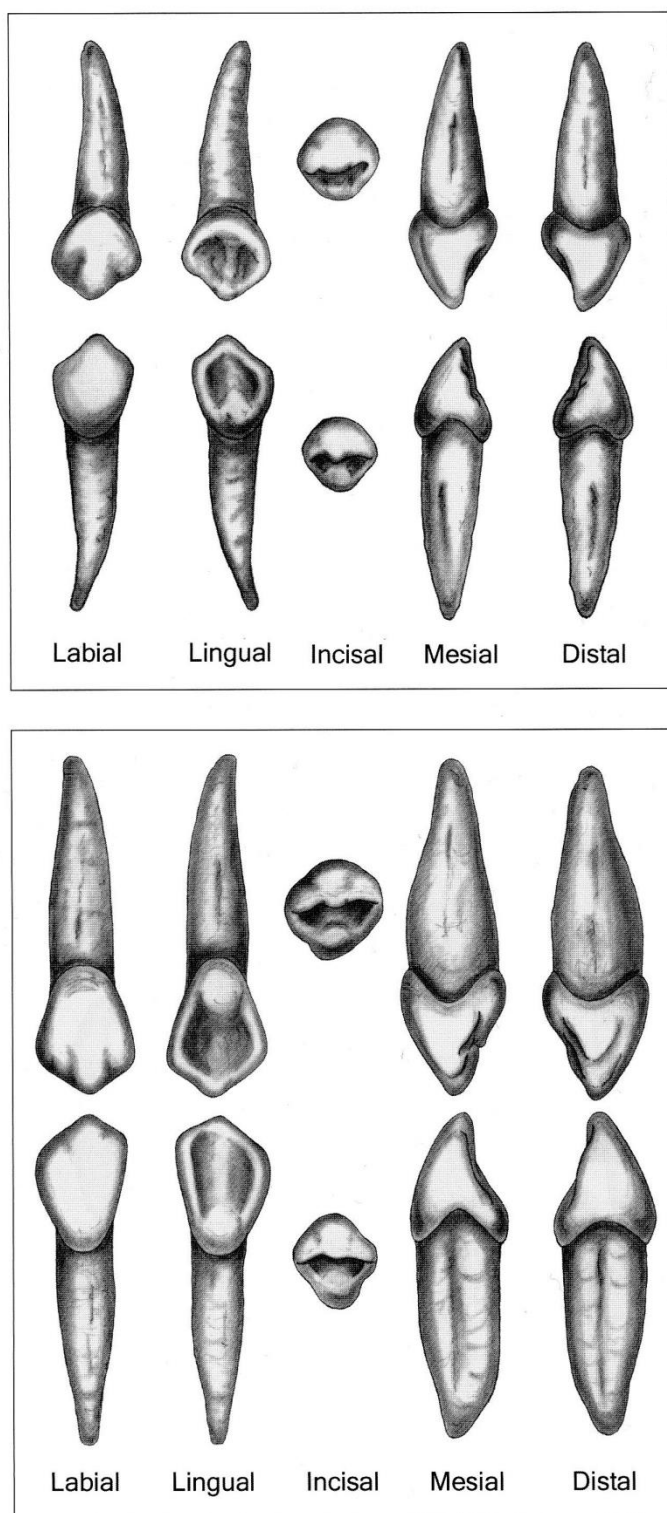
Obr. 7.



Obr. 7. Porovnání horního a dolního dočasného (horní obrázek) a trvalého (dolní obrázek) laterálního řezáku

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

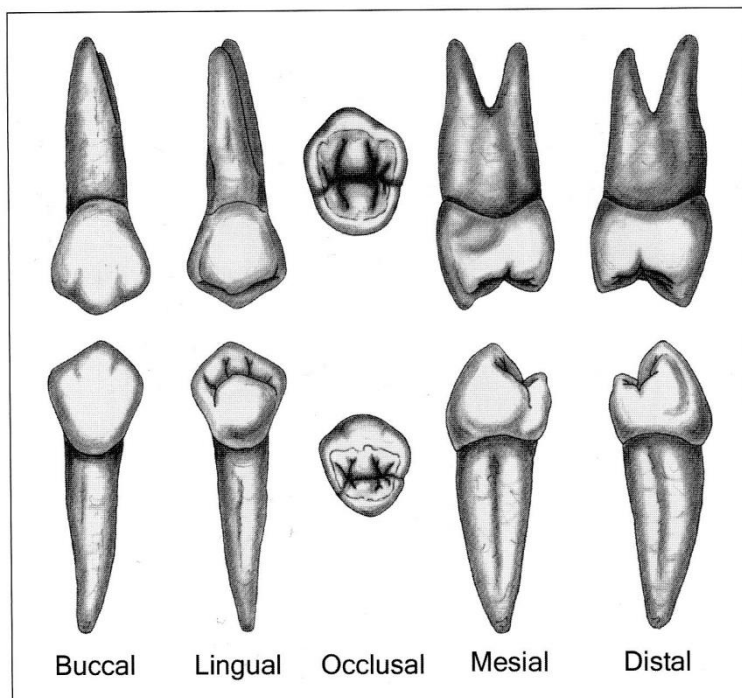
Obr. 8



Obr. 8: Porovnání horního a dolní dočasného (horní obrázek) a trvalého (dolní obrázek) pravého špičáku

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

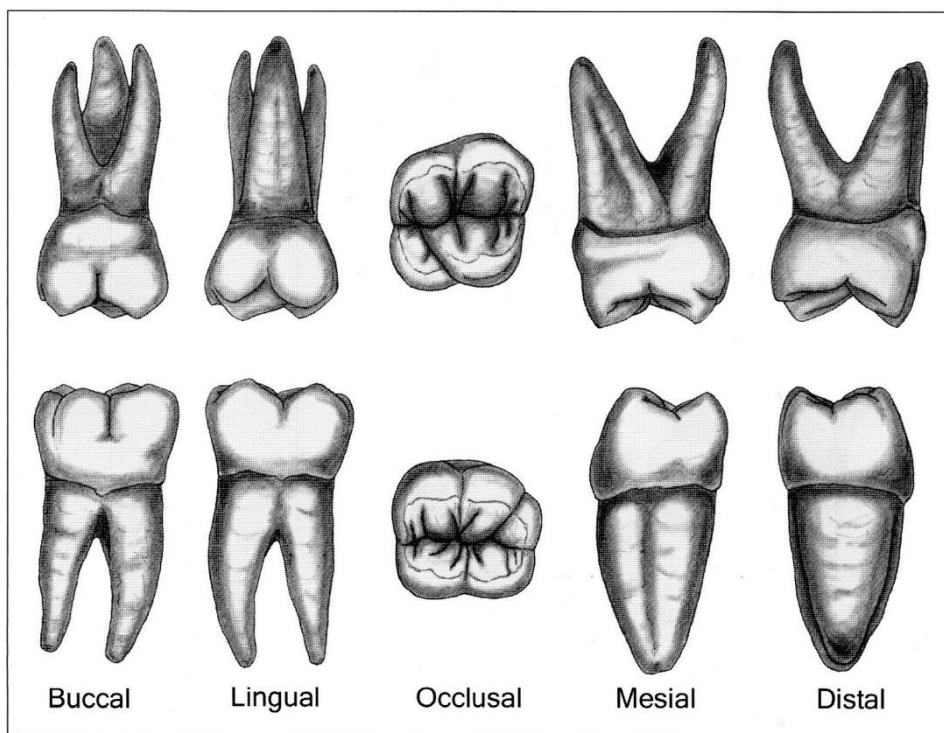
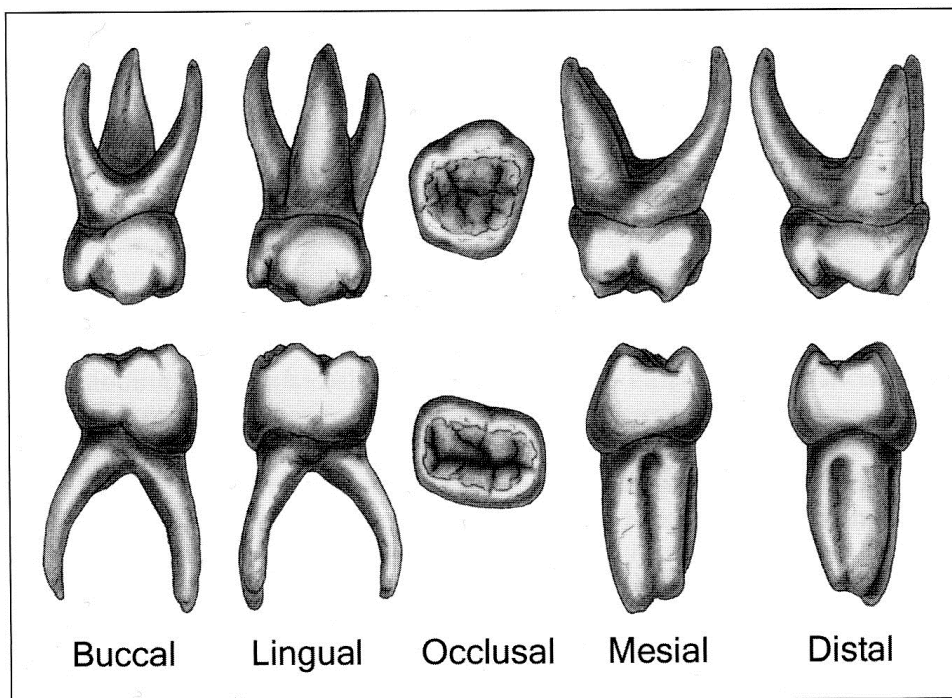
Obr. 9



Obr. 9: Porovnání horního a dolního pravého prvního premoláru

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 10



Obr. 10: Porovnání horního a dolního dočasného (horní obrázek) a trvalého (dolní obrázek) pravého prvního moláru

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

3.3.4. Jak poznat pozici jednotlivých zubů v dentici?

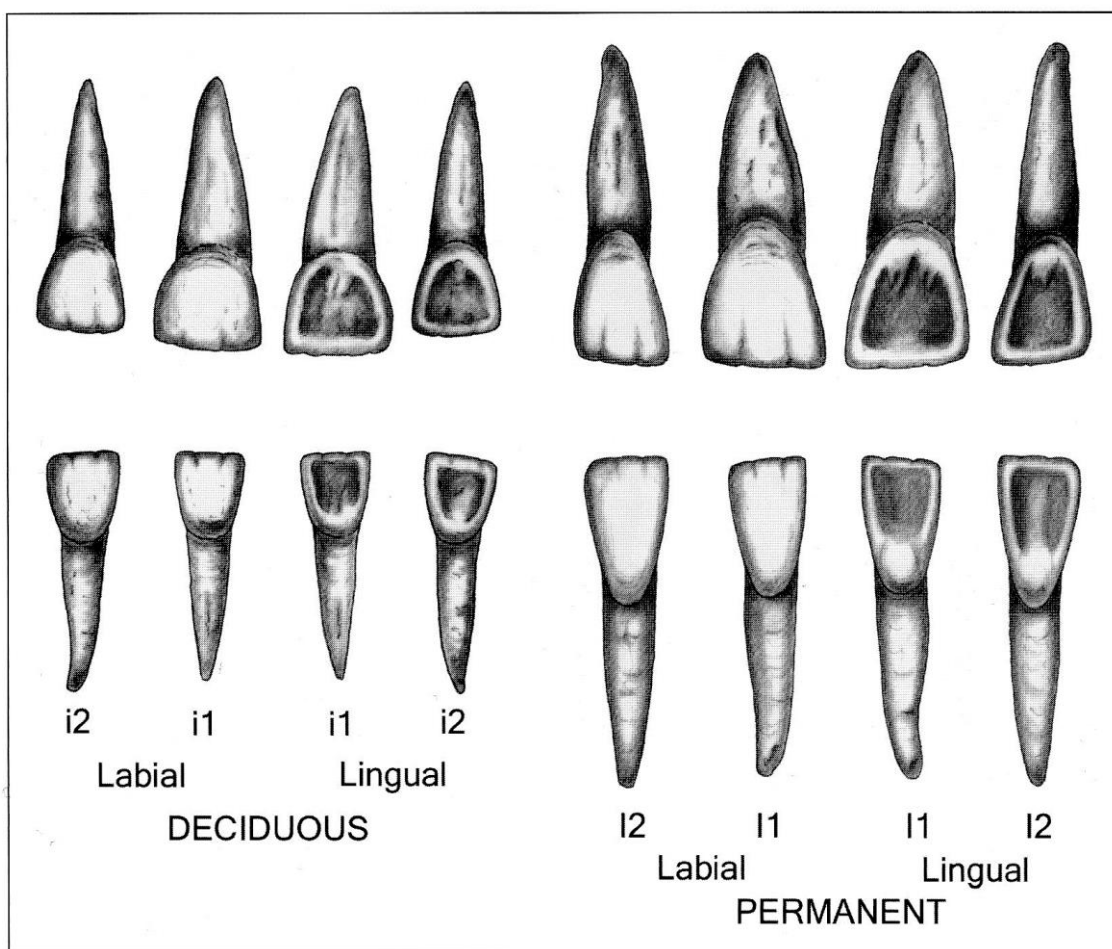
Jak poznat, zda je řezák centrální nebo laterální? U horních řezáků platí, že korunka centrálního řezáku je větší a širší než u řezáku laterálního. Naopak u spodních řezáků je situace opačná – tzn., že korunka centrálního řezáku je obvykle menší než korunka řezáku laterálního. U horních i dolních centrálních řezáků platí, že jsou více symetrické než řezáky laterální. Kořeny centrálních řezáků jsou většinou silnější a rovnější, kořeny laterálních řezáků mají naopak tendenci se stáčet distálně. Kořeny centrálních zubů jsou také obvykle kratší. U laterálních řezáků existuje riziko záměny horního řezáku se spodním, vždy je potřeba si uvědomit, že spodní laterální řezáky mají v porovnání s jejich horními protějšky menší korunky i kořeny (viz obr. 11).

Pokud je potřeba odlišit první premolár od druhého, je potřeba orientovat se podle hrbolků na korunce. Horní první premolár má větší bukální hrbolek v porovnání s linguálním hrbolkem, u druhého horního premoláru jsou oba hrbolky zhruba stejně velké. Mesiální plocha prvního horního premoláru má konkávní tvar, naopak u druhého premoláru je tato plocha konvexní. Navíc, první horní premoláry mají častěji dva rozeznatelné kořeny, naopak u druhých premolárů jsou dva kořeny spíše výjimečné. První a druhý spodní premolár je odlišitelný zejména podle tvaru hrbolků na korunce. První premolár má obvykle výrazný ostrý bukální hrbolek a malý linguální hrbolek. Naopak druhý premolár má nevýrazný zaoblený bukální hrbolek a často dva linguální hrbolky, přičemž mesiolinguální hrbolek bývá větší a výraznější (viz obr. 12).

Při rozlišování jednotlivých molárů jsou spolehlivým ukazatelem morfologické znaky na korunkách a na kořenech zubů (Baker et al. 2005). První moláry jsou největší ze všech tří molárů, jejich velikost se směrem ke třetímu moláru snižuje. Třetí moláry postrádají opotřebení na distální straně korunky – stejně tak toto opotřebení chybí u druhých molárů v případě, že nejsou třetí moláry prořezané. První moláry mají opotřebení viditelné na mesiální i distální ploše – stejně jako druhý molár v případě, že je třetí molár normálně vyvinutý a prořezaný. U prvních horních molárů platí, že je jejich linguální kořen větší a více oddělený od bukálních kořenů. U druhého horního moláru je linguální kořen také větší, ale už je méně odlišný od ostatních, a u třetího moláru platí, že jsou jednotlivé kořeny nejméně odlišné a často dochází k jejich fúzi. Pro korunky horních molárů platí, že první molár má čtyři velmi dobře rozeznatelné hrbolky, druhý molár má také čtyři hrbolky, ale distolinguální hrbolek bývá menší nebo někdy může úplně chybět, a

třetí molár je velice variabilní, co se týče počtu a velikosti hrbolků na korunce. Opět u něj ale často bývá redukován distolinguální hrbolek. U spodních molárů platí, že první má dva odlišné a dobře oddělené kořeny (mesiální a distální), přičemž mesiální kořen se stáčí směrem k distálnímu. Druhý spodní molár má také kořeny, ale bývají někdy zfúzovány. Oba kořeny mají tendenci stáčet se na distální stranu. Kořeny třetího moláru jsou také dva, ale bývají často spojeny v jeden a také mají tendenci stáčet se distálně. Korunka první spodního moláru má typicky pět hrbolků, kdy je mezi distobukální a distolinguální hrbolek vmezeřen ještě malý hrbolek distální. Druhý molár má také pět hrbolků, případně může pátý, distální, hrbolek chybět. Třetí molár má pak obvykle čtyři hrbolky, ale tvar korunky je poměrně variabilní (viz obr. 13).

Obr. 11

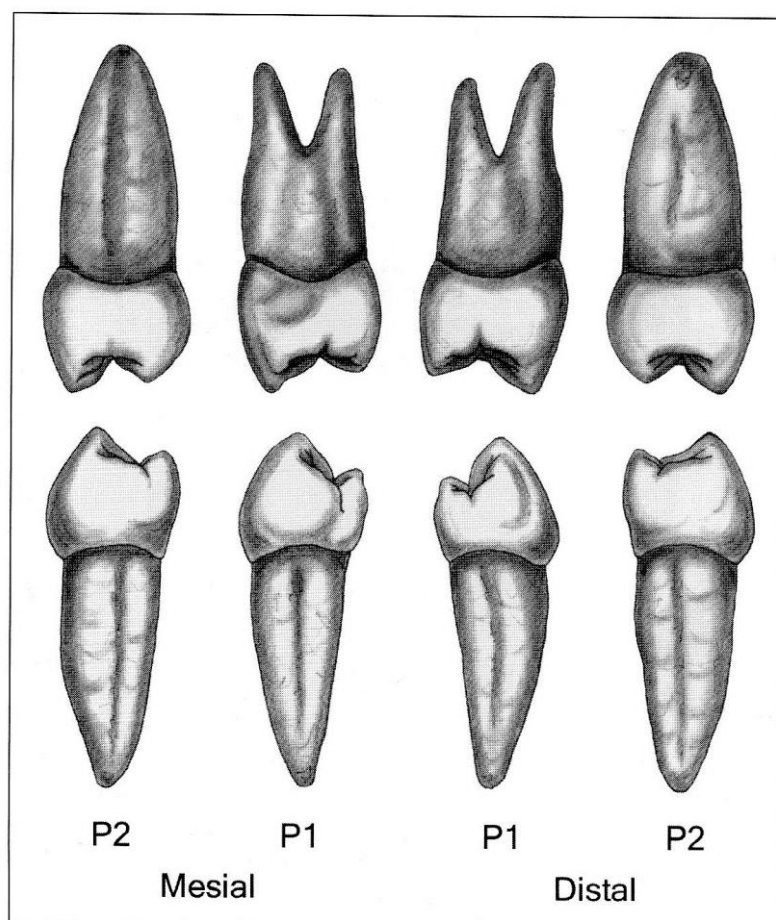


Obr. 11: Porovnání dočasného a trvalého centrálního a laterálního řezáku

horní řada: horní řezáky, dolní řada: dolní řezáky

(Obr. převzat: Baker et al. 2005).

Obr. 12

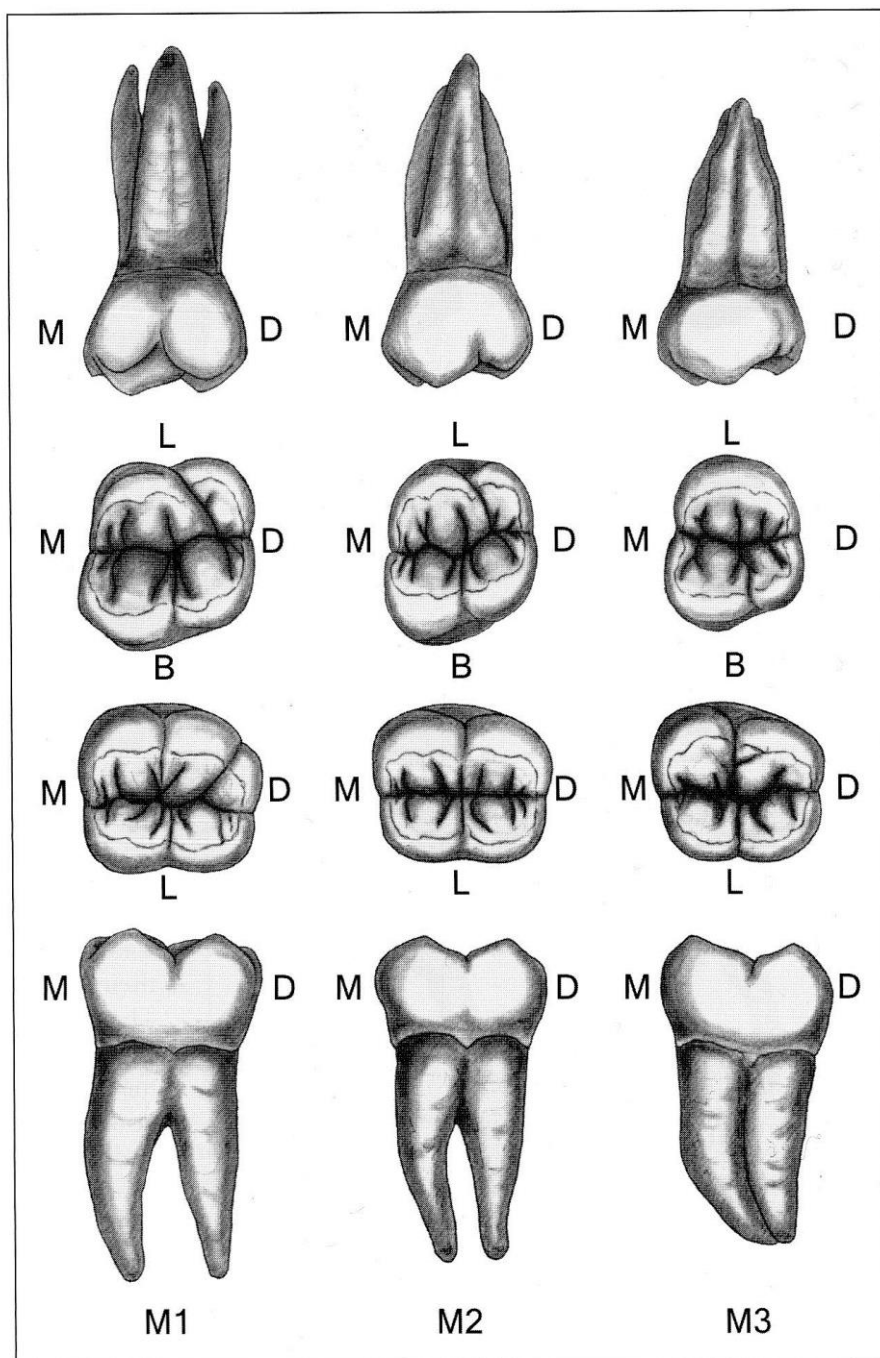


Obr. 12: Porovnání prvního a druhého premoláru

horní řada = horní premoláry, dolní řada = dolní premoláry

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 13



Obr. 13: Porovnání prvního, druhého a třetího moláru

horní dvě řady = horní moláry, dolní dvě řady = dolní moláry

B = bukalní strana, D = distální strana, L = linguální strana, M = mesiální strana

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

3.3.5. Rozdíly mezi zuby levé a pravé strany

Klíč k určení strany u horních řezáků spočívá v morfologii mesiální a distální plochy korunky (Baker et al. 2005). Mesiální plocha je rovná a svírá ostrý, téměř devadesátistupňový úhel s rohem incizální plochy. Naopak setkání distální a incizální plochy je více zaoblené (viz obr. 14).

Rozpoznání příslušnosti k pravé nebo levé straně u spodních řezáků je více obtížné, ale opět se lze orientovat podle toho, že spojení incizální a distální plochy je více okrouhlé než spojení s mesiální plochou (viz obr. 15).

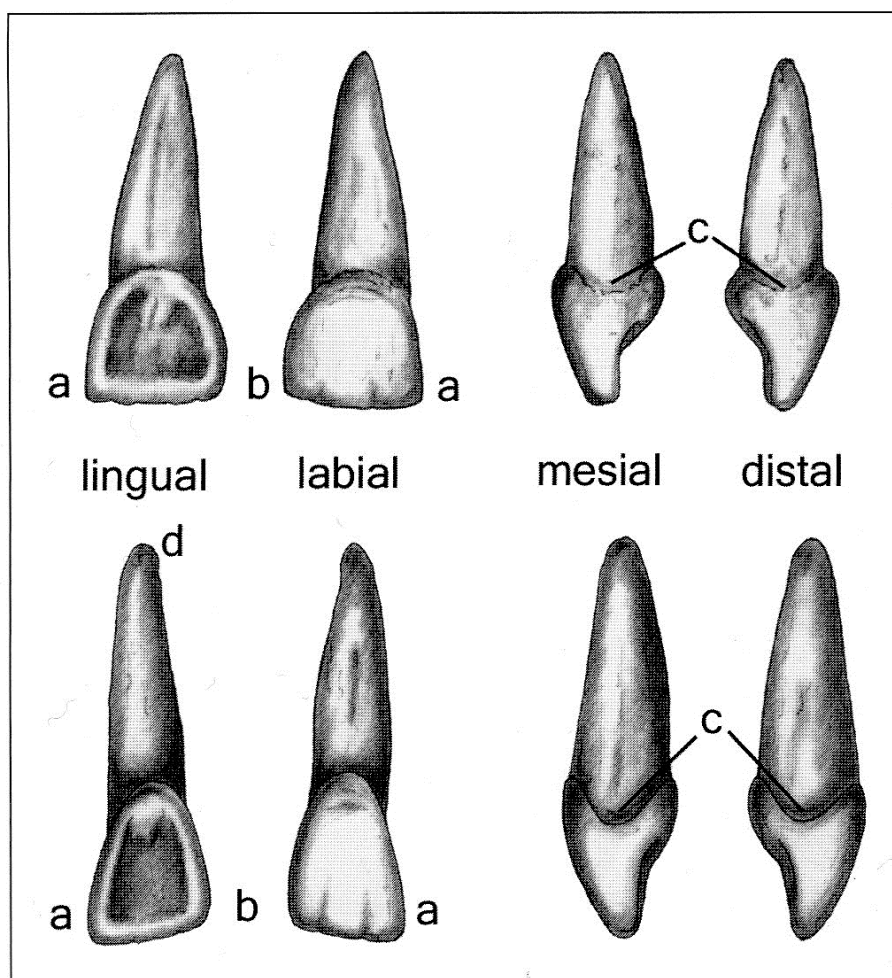
K určení pravé nebo levé strany u špičáků je potřeba se zaměřit na okraj incizální plochy. Mesiální zešikmení od hrbolku k okraji korunky (k incizální ploše) je často kratší než distální (viz obr. 16).

U prvních premolárů je poměrně jednoduché určit příslušnost k levé nebo pravé straně, protože na bukální straně se nachází větší hrbolek. Není to ale už tak dobře patrné u druhého premoláru. U horního druhého premoláru se linguální hrbolek přiklání k mesiální straně zubu. U druhého spodního premoláru je možné se orientovat podle opotřebení, které je výraznější na bukálním hrbolku. U všech premolárů platí, že jejich kořeny mají tendenci stáčet se distálně (viz obr. 17).

U horních molárů platí, že mají jeden velký linguální kořen a dva menší bukální kořeny (pokud ovšem nedojde k jejich fúzi). Mohutnější z bukálních kořenů bývá orientován mesiálně (Baker et al. 2005). Pokud má korunka čtyři hrbolky, nejmenší z nich je orientován distolinguálně a dá se podle něj dobře orientovat. U spodních molárů platí, že mesiální kořen je silnější v bukolinguálním směru a oba kořeny se stáčí distálně (viz obr. 18 a 19).

Tato kapitola je doplněna řadou ilustrací v příloze, které usnadňují orientaci v textu a pochopení celé kapitoly.

Obr. 14

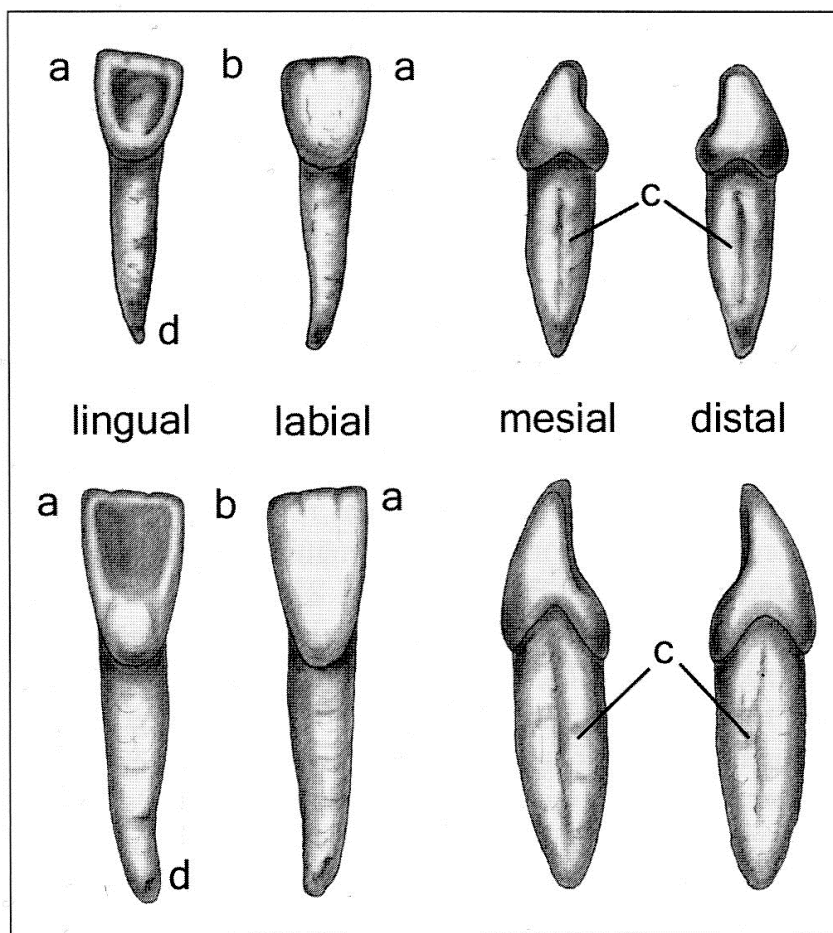


Obr. 14: Metoda pro určování strany u horních řezáků

Nahoře = dočasný centrální řezák, dole = trvalý laterální řezák

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 15

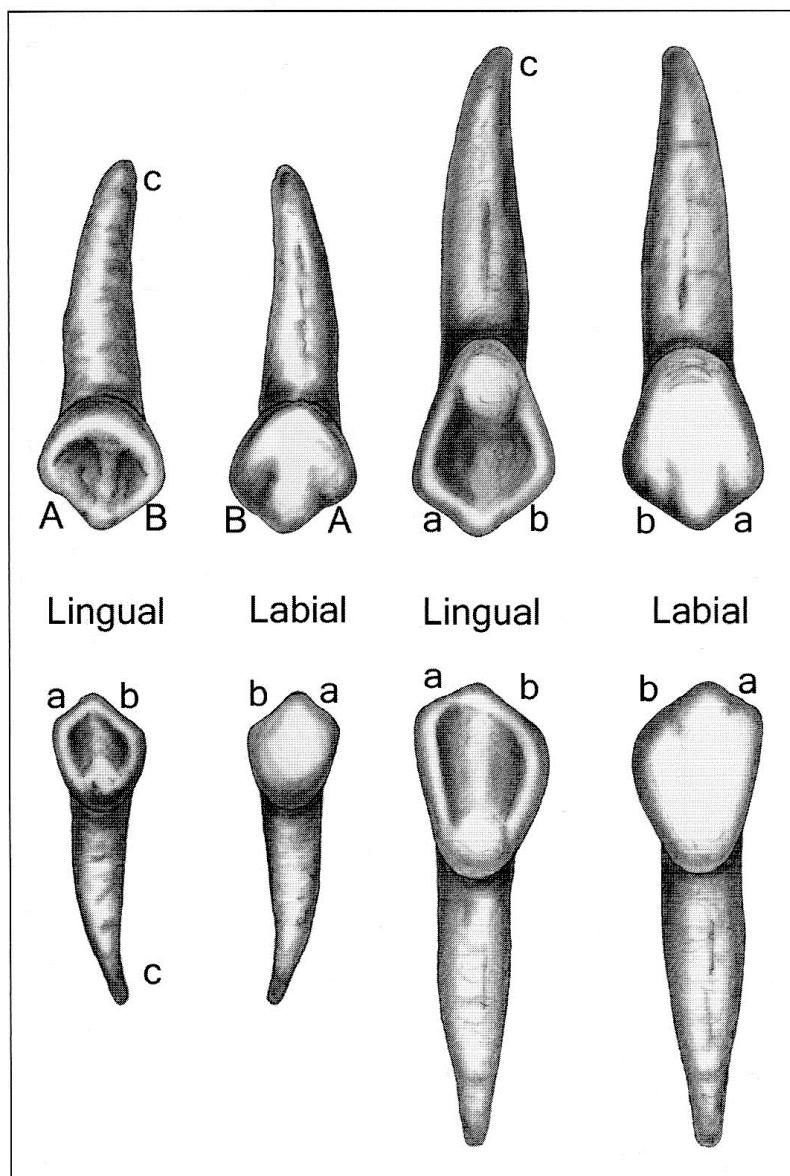


Obr. 15: Metoda pro určování strany u dolních řezáků

Nahoře = dočasný laterální řezák, dole = trvalý centrální řezák

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 16

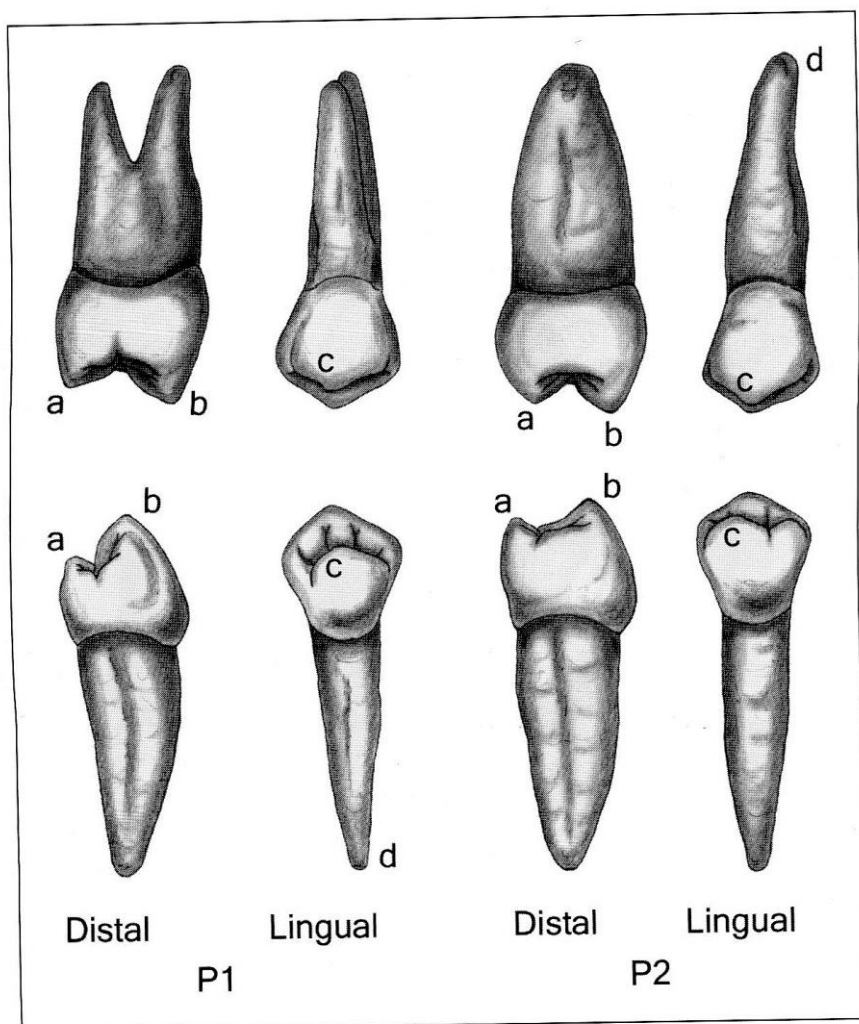


Obr. 16: Metoda pro určení strany u horních (nahore) a dolních (dole) špičáků

nalevo = dočasné špičáky, napravo = trvalé špičáky

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 17

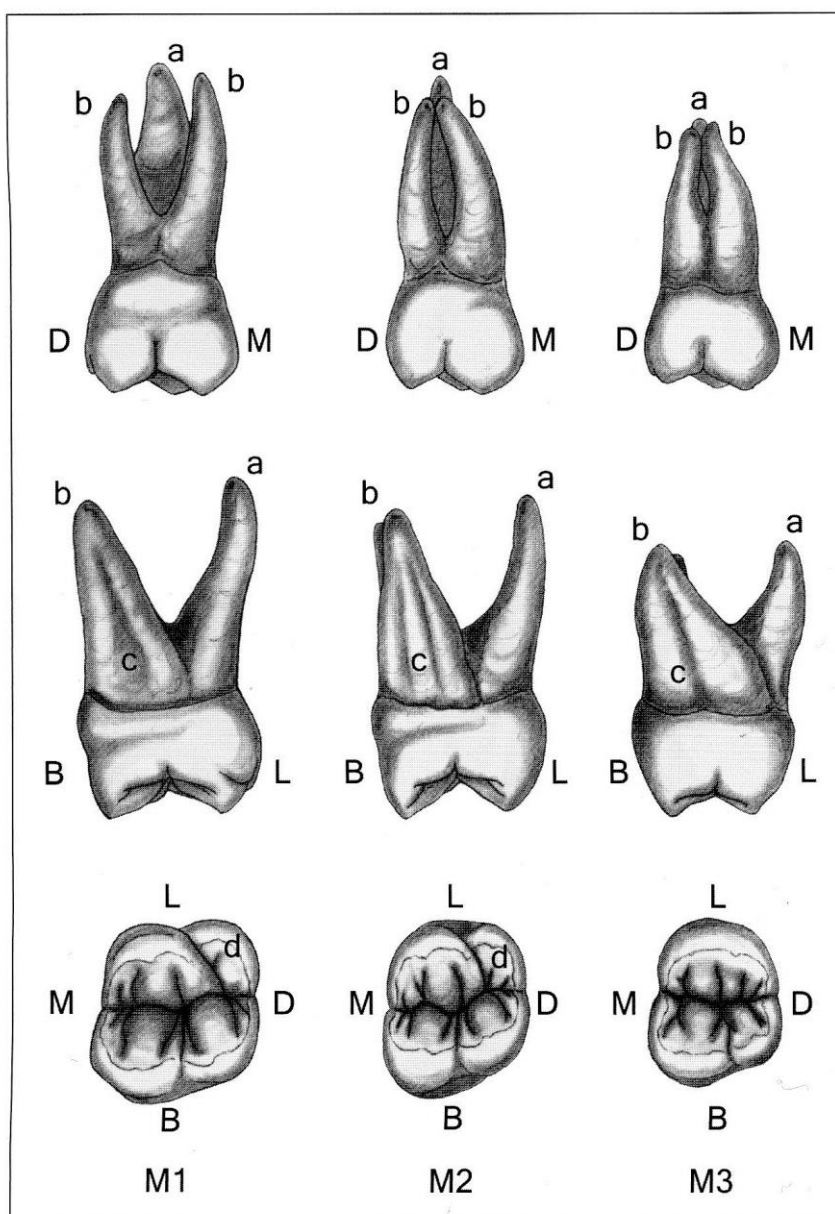


Obr. 17: Metoda pro určení strany u horních (nahore) a dolních (dole) premolárů

nalevo = první premoláry, napravo = druhé premoláry

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

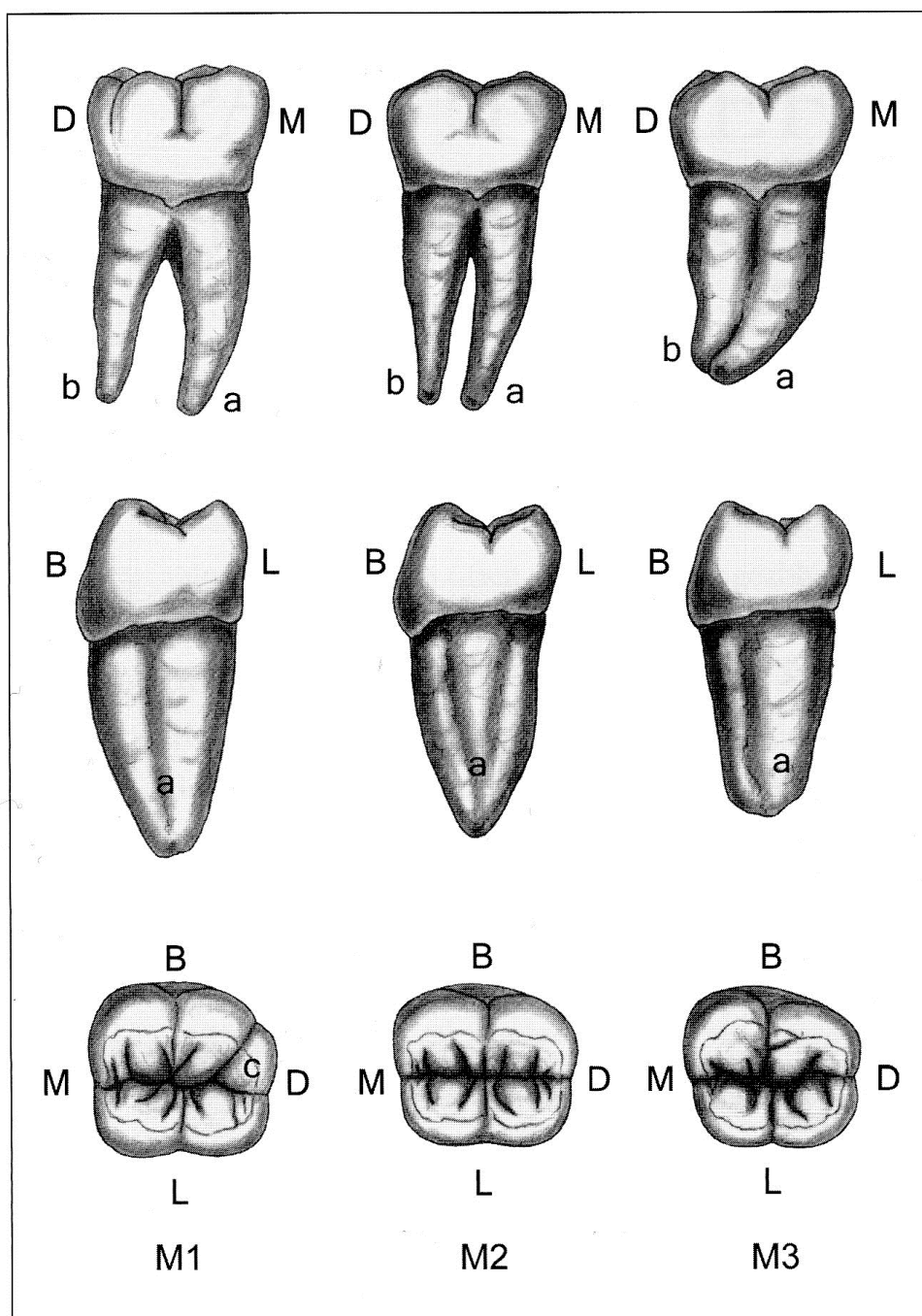
Obr. 18



Obr. 18: Metoda určení strany u trvalých horních molárů

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

Obr. 19



Obr. 19: Metoda pro určování strany u trvalých dolních molárů

(Obr. převzat z: Baker et al. 2005).

3.4. Vývoj zubů

Při narození jsou dočasné zuby téměř kompletně vyvinuté, a některé z nich jsou připraveny k erupci během několika prvních měsíců života. Pod jejich kořeny, uloženy hluboko v čelisti, jsou uloženy vyvíjející se stálé zuby, které postupně nahradí mléčný chrup během růstu a vývoje jedince. Tento proces zubního rozvoje je dlouhý a komplikovaný a začíná asi šestý týden embryonálního vývoje. K erupci prvních zubů (dočasných řezáků) dochází během šestého až devátého měsíce života. V této době se také začínají postupně tvořit korunky ostatních dočasných zubů. Erupce zubů začíná ve chvíli, kdy jsou již korunky zcela mineralizované, ale kořeny zubů ještě nejsou vyvinuté. Vývoj kořene se dokončuje až po prořezání zubu a končí uzavřením apikálního konce zubu. Tento proces vývoje, mineralizace a erupce chrupu, pokračuje asi do dvacátého prvního roku, kdy se prořezá i třetí molár, tzv. zub moudrosti. Ovšem tento zub bývá často malformován nebo se nachází v abnormální pozici. Často také dochází ke srůstu zubu s čelistí a zub pak musí být odstraněn chirurgicky (Molnar 2005).

Zhruba v šestém týdnu těhotenství proliferuje bazální vrstva orálního epitelu a vyklenuje se do okolního ektomezenchymu odvozeného z neurální lišty. V obou čelistech tak vzniká zubní lišta (lamina dentalis). V každé z obou zubních lišt se později objevuje 10 ohnisek zvýšené mitotické aktivity. Vzniklé výrůstky vytvářejí čepičky, které nasedají na ektomezenchymové shluky. Každý z těchto útvarů, tzv. zubních pupenů, se stává základem dočasného chrupu. Ektomezenchym je složen z mezenchymových buněk, které vznikají z neurální lišty ektodermového původu. Ektodermové buňky, které spojují zubní pupen s povrchovým epitelem, později degenerují a vymizí. Ektodermová složka pupenu vytváří sklovinný orgán, který produkuje sklovinu. Z ektomezenchymové komponenty vzniká zubní papila, ze které se diferencují odontoblasty (buňky vytvářející dentin) a ostatní složky zubní pulpy. Mezenchym se kondenzuje také kolem sklovinného orgánu a diferencuje se na cementoblasty (buňky produkující cement) a periodontální vazy. Sklovinný orgán se postupně zvětšuje a kolem osmého týdne těhotenství nabývá zvonkovitého tvaru. Buňky přilehlé k zubní papile se zvyšují, začínají se měnit do cylindrického tvaru a vytvářejí vnitřní sklovinný epitel. Tyto buňky se později diferencují na ameloblasty (buňky secernující sklovinu). Diferenciace ameloblastů je indukována ektomezenchymovými buňkami dentální papily. Než začnou ameloblasty vytvářet sklovinu, ovlivňují povrchovou vrstvu buněk zubní papily, jež prodlužují a přemění v odontoblasty. Odontoblasty začnou vylučovat predentin, který naopak stimuluje

ameloblasty k sekreci skloviny. Tento proces pokračuje od budoucí okluze korunek směrem k zubním krčkům (Junqueira et al. 2002).

Tvorba dentinu: Odontoblasty vylučují prokolagen, který se organizuje v kolagenní fibrily predentinu. Tyto buňky zároveň zprostředkují mineralizaci kolagenních fibril, která vede ke vzniku dentinu. Buněčná těla odontoblastů s akumulací dentinu ustupují směrem do dřeňové dutiny a zanechávají za sebou výběžky uložené v dentinových kanálcích.

Tvorba skloviny: Ameloblasty jsou odpovědné za odbourávání bazální laminy, která je odděluje od odontoblastů a dentinu. Krátké výběžky ameloblastů (tzv. Tomesovy výběžky), jsou místem sekrece sklovinné matrix. Úloha ameloblastů při mineralizaci není objasněna, avšak hydroxyapatitové krystaly se vytvářejí na organické matrix. Později jsou zbytky této základní hmoty téměř úplně odstraněny. Po ukončení amelogeneze sestává sklovinný orgán z vrstevnatého dlaždicovitého epitelu, který je rychle rozrušen během prořezávání zubu do ústní dutiny (Junqueira et al. 2002).

Vývoj kořenů: Po ukončení tvarového vývoje korunky a těsně před prořezáním zubu vyrůstá cervikální smyčka apikálním směrem a obaluje zubní papilu. Vytváří tak Hertwigovu kořenovou pochvu složenou ze splynulého zevního a vnitřního sklovinného epitelu. Vnitřní vrstva indukuje tvorbu odontoblastů, které vystavějí dentinový základ zubního kořene. Po ukončení dentinogeneze se kořenová pochva rozpadá a novotvořený dentin indukuje diferenciaci cementoblastů. Ty pak vyrábějí cement, který pokrývá kořen zubu.

Vývoj stálého chrupu: Na labiální straně zubní lišty vypučí masa ektodermových buněk a vytvoří přídatnou sekundární zubní lištu. V ní se objevuje 20 ohnisek zvýšené mitotické aktivity, z nichž každé odpovídá jednomu definitivnímu protějšku dočasného zubu, zubu trvalému. Navíc dochází k propagaci zubní lišty směrem dozadu, čímž vznikají zárodky tří permanentních molárů. Základy pro druhý a třetí molár se objevují až po narození (Junqueira et al. 2002).

3.5. Růst jako adaptace a sekulární trend

Protože růst a vývoj zubů souvisí s vývojem a růstem celého lidského těla, je tato kapitola věnována otázce růstu jako adaptace na životní podmínky a také sekulárnímu trendu, tedy urychlení nebo naopak zpomalení vývoje, které se objevuje jako reakce na stávající faktory, které růst a vývoj člověka ovlivňují (Molnar 2005).

Děti žijící v chudých podmínkách více trpí dětskými chorobami, a v důsledku neadekvátní výživy u nich dochází k poruchám růstu. Hlavním ukazatelem těchto stresorů je velice často diskutovaný růstový spurt, který je u těchto dětí výrazně opožděný. Jako příklad lze uvést chudé chlapce v Londýně na konci osmnáctého a začátku devatenáctého století. Tito chlapci, kteří pracovali v továrnách nebo se potulovali ulicemi, byli v průměru o 6 – 11 centimetrů menší než jejich vrstevníci pocházející ze středních vrstev. Tento průměr je hluboko pod stanovenými britskými standardy z roku 1965. U dívek byl rozdíl ve výšce mezi chudou a střední vrstvou také patrný, ale nebyl tak výrazný jako u chlapců (Molnar 2005)

3.5.1. Longitudinální růstové trendy

Růstová data z několika zemí Evropy a Severní Ameriky ukazují nárůst průměrně o jeden centimetr výšky v dospělosti za deset let v průběhu dvacátého století. Do značné míry je součástí tohoto trendu dřívější maturace a co se týče vzrůstu, v současné době dosahují jednotlivci jejich konečné výšky už okolo osmnáctého roku, zatímco jejich praprarodiče dosahovali svého plného vzrůstu až v šestadvaceti letech. Zlepšení životní úrovně v mnoha společnostech umožnilo dětem vyrůst až do maxima jejich genetického potenciálu. Toto zvýšení velikosti během několika posledních generací se nazývá sekulární trend. Sekulární trend v této souvislosti odkazuje na dlouhodobé, nebo generační, změny v tělesné velikosti, které byly pozorovány v mnoha populacích během minulého století. Většina studií byla provedena na populacích rozvinutých zemí, kde se v konečném výsledku výška v dospělosti zvýšila o 1 - 1,5 centimetru za jedno desetiletí. Toto se potvrdilo zejména ve Spojených státech, západní Evropě a v Japonsku. Stejně tak i mnoho domorodých národů prošlo procesem zvýšení postavy v návaznosti na zlepšení stravy a celkových životních podmínek (Molnar 2005).

Chlapci a dívky v rozvinutých zemích jsou zpravidla vyšší i těžší než jejich rodiče. Jak již bylo řečeno, důvodem tohoto pozitivního sekulárního trendu jsou většinou spojeny se zlepšením stravy a také zdravotní péče, která vede ke snížení různých infekčních chorob (a to zejména chorob typických pro dětský věk). Důležitou roli hrají také lepší podmínky pro život, jako je přiměřené bydlení. Mezi tyto významné faktory je třeba přidat také redukci, nebo ve většině zemí spíše úplnou eliminaci dětské práce (Molnar 2005).

K většině z těchto změn došlo v průběhu dvacátého století. Samozřejmě stále přetrvávají rozdíly mezi socioekonomickými skupinami v mnoha zemích, ale extrémy jsou

nižší než v průběhu devatenáctého století. Tato zlepšení, která jsou manifestována právě zvýšením růstu, odráží sociální podmínky doby (Tanner 1986 in Molnar 2005). Navíc, sekulární změny se objevují napříč všemi etnickými skupinami.

Tento fenomén zrychleného růstu a dřívější maturace se objevuje ve všech věkových skupinách, jejichž socioekonomická situace dovoluje dětem vyrůstat za optimálních výživových podmínek a dobré zdravotní péče. Širší porovnání etnických skupin ukázalo, že Euro-Američané, Evropané a Afričané, kteří vyrůstali v podobných dobrých ekonomických podmínkách, i přesto vykazují určité rozdíly. Stejně tak skupiny s podobným genetickým základem žijící a vyrůstající v různých sociálních a ekonomických podmínkách se liší v průměrné velikosti těla ve všech věkových skupinách (Molnar 2005).

Stručně řečeno, mnoho studií lidského růstu ukazuje, že kvalita životního prostředí má podobné účinky bez ohledu na to, o jakou populaci nebo etnickou skupinu jde. Tempo růstu a dosažení konečné výšky poskytují důkaz o sociálních podmínkách a historici proto dokonce využívají informace o dosažené výšce určité populace jako ukazatel ekonomické situace a její fluktuace během různých období nedávné historie (Komlos 1995 in Molnar 2005).

3.6. Odhad věku

Stárnutí je u člověka charakterizováno poklesem fyziologických funkcí v orgánech a tkáních (Wheeler, Kim 2011). Odhad věku lze obecně charakterizovat jako zjišťování souboru změn, které se objevují po splnutí vajíčka se spermií. Jejich rozvoj postupně snižuje funkční kapacitu organismu až k nulové hodnotě - ke smrti (Stloukal et al. 1999).

Lidský život lze rozdělit na čtyři základní etapy:

1. Růst organismu.
2. Zrání organismu.
3. Stárnutí organismu (vznik degenerativních změn).
4. Smrt organismu (degenerativní změny ve stupni neslučitelném se životem)

(Stloukal et al. 1999).

Chronologický věk, jak je zaregistrován v záznamech o narození, provází každého člověka a je na něj odkazováno během celého života jednotlivce. Tato informace je relevantní v lékařské a zubařské praxi, ale vždy je nutné ji konfrontovat s individuálním vývojem každého jednotlivce, tedy s věkem fyziologickým (Rai, Anand 2006).

Pro odhad věku lze využít celou řadu parametrů. Kromě mineralizace a erupce zubů (Moorrees et al. 1963, Komínek, Rozkovicová 1984, Demirjian 1997) nebo měření otevřených apikálních částí zubů (Cameriere et al. 2006), patří mezi tyto parametry například zkoumání změn barvy jednotlivých lidských tkání (Pilin et al. 2007). Odhad věku byl také prováděn u skupiny pacientů, kteří měli posunuté horní špičáky, a bylo zjišťováno, jestli se odhad liší od kontrolní skupiny, tedy lidí, kteří neměli žádné zubní anomálie (Naser et al. 2011).

Odhad věku se u různých populací více nebo méně liší. Existence populačních rozdílů ve vývoji a dospívání mezi jednotlivými populacemi, je předmětem zájmu mnoha různých oborů. V biologii a evoluci člověka vede kvantifikace interakce genetických faktorů a faktorů životního prostředí k lepšímu pochopení mechanismu, jak a proč se objevují rozdíly v rámci jednotlivců i celých populací (Smith et al. 2010).

3.6.1. Biologický věk

Termín biologický věk byl zaveden z důvodu potřeby odlišit věk kalendářní a tzv. věk fyziologický. Byl totiž pozorován velice výrazný rozdíl mezi jednotlivými subjekty stejného kalendářního věku v rychlosti změn souvisejících se stárnutím tkání, orgánů, funkcí a systémů lidského těla, stejně jako ve stupni životaschopnosti organismu jako celku (Kruťko et al. 2001).

Biologický věk, nebo také věk skutečný, fyziologický, může být definován jako souhrn opotřebení fyziologických, chemických a psychologických funkcí. Je ovlivňován životními podmínkami, výživou, pracovním zatížením, chorobami a podobně, kterými může být buď zpomalen, nebo naopak urychlen. Není měřen počtem let uplynulých od narození a číselná hodnota biologického a chronologického věku se nemusí vždy shodovat (Stloukal et al. 1999). Velice důležitou roli, vedle faktorů životního prostředí, hraje také genetická variabilita. Bylo prokázáno, že ovlivňuje celou řadu ukazatelů lidského stárnutí a dlouhověkosti (Melzer et al. 2007). Studium genetických a environmentálních vlivů na variabilitu lidských zubů se často opírá o data získaná od jednovaječných a dvojvaječných

dvojčat a jejich rodin. Lze u nich totiž dobře studovat podíl vlivu genetické informace a životního prostředí na vývoj zubů a vlastně celý konkrétní fenotyp. Vzhledem k tomu, že jednovaječná dvojčata vznikla z jednoho oplozeného vajíčka, jsou geneticky identická, a proto rozdíly mezi těmito dvojčaty nemohou být původu genetického v pravém slova smyslu, ale spíše environmentálního. Na druhé straně, dizygotická dvojčata vznikla ze dvou oplozených vajíček, takže jsou si sice geneticky podobní, a to více než ostatní sourozenci, ale nejsou identičtí. Proto jsou studie dvojčat ideální způsob, jak zhodnotit interakce mezi vlivy genetickými a vlivy životního prostředí. Rozdíly v dentici jednovaječných dvojčat jsou připisovány vlivu epigenetických faktorů, heritabilita, tedy míra dědivosti, je pro variabilitu velikostí zubů zřejmě poměrně vysoká. Korelační koeficient byl signifikantně vyšší u jednovaječných dvojčat než u dvojvaječných, což tento vysoký podíl genetického vlivu potvrzuje (Lauweryns et al. 1993, Pelsmaekers et al. 1997, Townsend et al. 2009).

Studie vztahující se k modernímu člověku obvykle pracují s chronologickým věkem, u paleodemografických populací bývá, z pochopitelných důvodů, zkoumán spíše věk biologický. Validita určování věku by měla být tím větší, čím bude menší rozdíl mezi věkem biologickým a chronologickým. Do tří let života bývá zvykem uvádět věk v měsících, do dosažení dospělosti v letech a v dospělosti v desetiletích (Stloukal et al. 1999).

Vzhledem k tomu, že různé tkáně procházejí procesem stárnutí u různých lidí různou rychlostí, chronologický věk nemůže být přesným indikátorem procesu stárnutí (Finkel et al. 1995). Proto chronologický věk použitý v demografii často není schopen poskytnout užitečné informace o tom, jakou konkrétní etapou vývoje nebo procesem stárnutí zkoumaný organismus prošel (Demongeot 2009).

Většina navržených metod proto pro stanovení biologického věku používá komplexní multifaktoriální měřicí systémy, nebo soubory testů, které s sebou nesou velké množství biochemických, fyzických, psychických a funkčních parametrů, které se mění s věkem (Ingram et al. 2001).

3.6.2. Zubní věk

Odhad zubního věku, tedy stupně vývoje chrupu, má zásadní význam v antropologii, bioarcheologii, forenzních vědách i v klinickém zubním lékařství a ortodontii (El - Bakary et al. 2010, Liversidge et al. 2010).

Odhad věku pomocí zubních parametrů může být hodnotným přínosem v lidské identifikaci a může také pomoci v dalších situacích, jako je například určení právní odpovědnosti mladistvých a dospělých neznámého věku nebo přidělení důchodu osobám nezjištěného věku. V neposlední řadě také může hrát důležitou roli při rozhodování v adopčních řízeních (Dias et al. 2010).

Původně bylo k odhadu zubního věku užíváno prořezávání zubů, které je však ukazatelem vysoce nepřesným. Vývoj zubů je děj geneticky determinovaný, dlouhodobý (u některých stálých zubů delší než 10 let) a centrálně řízený (hypofýzou) a je tedy minimálně ovlivňován vnějšími vlivy. Naproti tomu prořezávání zubů je děj časově omezený a navíc je řízen labilnější činností štítné žlázy a je mnohem snáze ovlivnitelný vnějším prostředím. Tím se vysvětluje častý nesoulad mezi termínem prořezávání a stavem vývoje chrupu. (Komínek, Rozkocová 1984). Ale i přesto vývoj zubů do jisté míry ovlivňován je, a to faktory jako jsou pohlaví, kvalita stravy, klimatické podmínky, hygiena, zdravotní stav a etnická příslušnost (Flores-Mir et al. 2005). Právě kvalita stravy a zdravotní stav jedince jsou zásadní faktory ovlivňující vývoj zubů. Časnější erupce se zdá být pravidlem mezi vyššími socioekonomickými vrstvami. Zároveň také platí, že erupce zubů bývá o několik měsíců urychlená u ženského pohlaví (Brown 1978). V případě etnické příslušnosti jako ovlivňujícího faktoru, je třeba říci, že erupce zubů vykazuje určité rozdíly v rámci jednotlivých etnických skupin. K erupci chrupu u Evropanů a Euro-Američanů dochází později než u domorodých Američanů, Asiatů a afrických Američanů. Zdá se ale, že k nejrychlejšímu vývoji zubů a k nejčastější erupci zubů dochází u domorodých Australanů. Tento trend je nejvíce viditelný u třetích molárů, protože k jejich erupci dochází u této populace průměrně již ve třinácti letech, což je ve srovnání s ostatními populacemi (u nichž dochází k erupci ve zhruba osmnácti až dvaceti letech), skutečně markantní rozdíl (Brown 1978). Současnou nejrozšířenější metodou odhadu věku je subjektivní hodnocení vývojového stádia korunky a kořene zubu nebo alternativní přístup, který je založen na měření vyvíjejícího se zubu (Liversidge et al. 2002).

U jedinců v rozmezí 0 až 12 let má vývoj a formování lidské dentice velmi dobře definované fáze, které ukazují silnou korelaci s chronologickým věkem. Proto lze tento vztah s velkou mírou důvěry použít pro odhad věku u takto mladých jedinců. Technika se však stává obtížnější, pokud je třeba odhadnout věk u starších dětí, mladistvých a zejména dospělých (Dias et al. 2010).

Vývoj zubů lze rozdělit na 7 stadií, z nichž každé je charakterizováno typickými znaky rozeznatelnými na rentgenovém snímku. Rozeznáváme stádium I. zubního váčku, II. počínající mineralizace korunky, III. pokročilé mineralizace korunky, IV. počátek tvorby kořene a stadia V. divergence, VI. paralelity a VII. konvergence stěn kořenového kanálku. Trvání jednotlivých stadií u stálých zubů zpravidla nepřesahuje 1 rok (s výjimkou III. stádium - asi 4 roky) U dočasných zubů jsou jednotlivé etapy kratší a navíc je hodnocen i stupeň resorpce kořene (Komínek, Rozkovcová 1984).

3.6.2.1. Odhad zubního věku živých jedinců v rámci forenzních věd

V důsledku celosvětového zvýšení migrační aktivity v posledních letech roste poptávka po věkových odhadech u žijících osob. Zatímco odhad věku neznámých mrtvých těl a kosterních pozůstatků pro účely identifikace má ve forenzních vědách dlouhou tradici, odhad věku žijící osoby je oborem, který se v oblasti forenzního výzkumu začal využívat poměrně nedávno a stává se stále důležitějším a potřebnějším (Schmeling et al. 2007). V posledních letech totiž přibývá stále více případů, kdy musí být trestní řízení pozastaveno kvůli nejistotě o věku pachatele. Ti totiž často udávají jiný věk, než je jejich skutečný, aby zabránili převzetí odpovědnosti za své vlastní zločiny (Yadava et al. 2011). Mezinárodní interdisciplinární studijní skupina forenzní diagnostiky věku dokonce vydala doporučení pro odhad věku žijících osob pro účely postupování v trestních i civilních řízeních, či v oblasti rozhodování o poskytnutí azylu nebo starobního důchodu. Tato skupina vznikla v Německu, v Berlíně, v roce 2000 a jejím cílem bylo dospět ke shodě názorů a společnému postoji vědců v používání nejvhodnějších metod v konkrétních specifických případech odhadu věku.

Obecně platí, že odhad věku žijící osoby by měl být přesnější než u odhadu u osob zemřelých (Schmeling et al. 2007). Důvod je jasný - u žijících osob je v drtivé většině případů žádoucí zjistit, zda zkoumaná osoba dosáhla konkrétní relevantní věkové hranice a každá odchylka ve výsledku může zcela změnit závěry zkoumání. V takových případech je

tedy potřeba mít k dispozici co nejvhodnější metodu odhadu věku, to znamená metodu pokud možno současnou, ideálně takovou, která byla vytvořena na stejné, nebo alespoň podobné populaci. Genetické, geografické a v neposlední řadě také socioekonomické faktory totiž hrají důležitou roli ve vývoji lidského těla, v našem případě konkrétně ve vývoji a prořezávání chrupu, a použitím nevhodné metody může dojít ke zkreslení výsledků odhadu. Bylo totiž mnohonásobně potvrzeno, že mezi populacemi existují určité rozdíly ve vývoji a růstu kostry i zubů a tyto růstové rozdíly mohou spolehlivost norem pro odhad věku velice významně ovlivnit (Halcrow et al. 2007).

Odhad věku pomocí určení stupně vývoje chrupu je u živých jedinců méně problematický než u tělesných a kosterních pozůstatků, nebo dokonce archeologického materiálu. Vzhledem k tomu, že odhad věku u živých jedinců je potřebný zejména pro určení, zda zkoumaná osoba dosáhla určité věkové hranice, jedná se většinou o mladistvé a mladé dospělé. V tomto případě je možno použít odhad věku na základě hodnocení vývojových stádií třetích molárů, tedy tzv. zubů moudrosti (Mesotten et al. 2002, Gunst et al. 2003, Thevissen et al. 2010). Například v Anglii a Walesu je ale formální věková hranice trestní odpovědnosti stanovena již na věk deseti let. Děti, které ještě nedosáhly této hranice, jsou považovány za neschopné převzít odpovědnost za své činy, takže je velice důležité věk těchto dětí stanovit co nejpřesněji (Yadava et al. 2011). V těchto případech odhad věku jedince probíhá na rentgenových snímcích a snímky pořízené u živého člověka jsou velmi dobře použitelné, protože zuby nejsou poškozené různými vnějšími vlivy, tafonomickými faktory a co je nejdůležitější, jsou k dispozici všechny zuby, které jedinec má, takže je možno použít více možností, metod, k odhadu. Radiografické metody pro posouzení vývoje zubů mají navíc výhodu detailních snímků, takže lze velmi přesně odečíst stádium, v jakém se zub nachází, a tak určit zubní věk s nejlepší možnou přesností (Maber et al. 2006).

Vedle nesporného přínosu forenzní antropologii nelze opomenout důležitost odhadu zubního věku jako indikátoru správného vývoje sledovaného jedince nebo budoucí vývoj zubů u dětí s anomáliemi (Liversidge 2012). Právě zubní věk je totiž jednou z hodnot, které pomáhají určit, zda vývoj konkrétního jedince probíhá z časového hlediska ve fyziologických mezích a znalost zákonitostí vývoje zubu má stěžejní význam pro diagnostiku, terapii a stanovení prognózy ve všech pedostomatologických disciplínách (Komínek, Rozkocová 1984).

3.6.2.2. Odhad zubního věku mrtvých těl a kosterních pozůstatků v rámci forenzních věd

Odhad věku neznámých mrtvých těl nebo kosterních pozůstatků za účelem identifikace je specifickým, tradičním rysem forenzních věd a je jedním z klíčových faktorů při předběžném vyšetřování (Kondo-Nakamura et al. 2011). Úspěšné určení totožnosti zesnulého má značný význam z etického, právního i trestního hlediska a je základem pro vyšetřování násilných trestných činů, hromadných katastrof nebo válečných zločinů, proto je identifikace jedince prioritou forenzních věd (Graham et al. 2010).

V těchto případech je důležité vzít v úvahu stav pozůstatků. Klíčovými faktory jsou kvalita a množství ostatků (čas, který uplynul mezi dobou smrti a dobou pitvy, ekologické podmínky, tafonomické faktory). V závislosti na těchto a dalších, specifických, faktorech je vybírána nejvhodnější metoda pro odhad věku jedince (Schmeling et al. 2007).

Vzhledem k tomu, že zuby jsou velice odolné, jsou většinou dobře zachovány a odhad zubního věku je proto ve většině případů velmi vhodnou metodou. Metoda je nepoužitelná, nebo použitelná s obtížemi či rizikem velké nepřesnosti, pouze v případě, že jsou zuby znehodnoceny nebo výrazně poškozeny, nebo pokud dojde nevhodnou manipulací s ostatky ke ztrátě nebo poničení zubního materiálu. Větší část mrtvých těl a kosterních pozůstatků patří dospělým jedincům. V těchto případech se pro odhad věku používá například hodnocení opotřebení chrupu vlivem abraze. Právě z tohoto důvodu je poškození nebo znehodnocení zubů vnějšími vlivy nebo úmyslným zásahem zásadní problém. Ve zbylých případech, to znamená u nálezů dětských mrtvých těl nebo kosterních pozůstatků je právě odhad věku prostřednictvím metody založené na mineralizaci chrupu jedním z nejvhodnějších.

Velikým přínosem v oblasti identifikace obětí hromadných neštěstí, katastrof a nehod, je rozvoj techniky, digitálních fotoaparátů, počítačů a podobně. Prostřednictvím těchto přístrojů lze poměrně snadno a rychle získat snímky chrupu, odeslat je z terénu přímo do laboratoře a tak snadno a rychle porovnat získané snímky se zubními záznamy potencionálních obětí (Wenzel et al. 2010).

3.7. Odhad zubního věku pro potřeby bioarcheologie

Odhad věku u archeologického materiálu, tedy u kosterních pozůstatků, které nespadají mezi recentní nálezy, je ze všech tří oblastí nejobtížnější. Důvodem je samozřejmě zachovalost kosterních pozůstatků, na které působily chemické i mechanické vlivy velmi dlouhou dobu. Konkrétně u zubů je velké riziko, že při nálezů kosterních pozůstatků nebudou nalezeny všechny zuby. Zejména jednokořenné zuby, tedy řezáky, špičáky a třenové zuby, často z čelistí vlivem různých tafonomických procesů vypadnou a je velké riziko, že při nálezů kosterních pozůstatků dojde k jejich ztrátě. Často také dochází ke ztrátě celé dolní čelisti, která se v průběhu rozkladu těla od lebky oddělí a vlivem nejrůznějším procesů, jimž je kostra vystavena, může dojít k jejímu úplnému oddělení od zbytku pozůstatků, takže při vykopávkách se čelist jednoduše nenajde. To představuje zásadní problém, protože právě zuby dolní čelisti jsou při metodě MFH, kterou testuji ve své diplomové práci, zásadní. Pro potřeby bioarcheologie je proto mnohem vhodnější použít metodu, kterou je možné stanovit věk i při nálezů jediného zubu a jednou z nich je právě metoda MFH. Oproti tomu například metoda podle Demirjana et al. (1973) se dá použít pouze v případě nálezů se všemi, nebo alespoň s většinou zubů, což je v případě bioarcheologie velmi často nesplnitelné.

Při nálezů kosterních pozůstatků dítěte nebo mladistvého, je odhad zubního věku podle stupně mineralizace chrupu nejlepší volbou. Dříve se totiž k tomuto účelu používala metoda vycházející pouze z erupce zubů - hodnotil se počet zubů, jejichž korunka nebyla kryta kostí. Protože zde ale chybějí měkké tkáně, není tento stav zcela v souladu s klinickým nálezem u živého jedince. Další nevýhodou je, že potřebné údaje nebylo možné získat z malých fragmentů čelistí, které neposkytovaly dostatek orientačních znaků. A v neposlední řadě, je třeba si uvědomit, že období erupčního klidu dočasných zubů je u archeologického kostrového materiálu delší, protože kaz a podobné komplikace, které vedou k předčasné ztrátě dočasných zubů, byl v dřívějších dobách vzácnější než v současnosti (Komínek, Rozkovcová 1984). Při odhadu věku u kosterních pozůstatků je samozřejmě nejvhodnější, pokud to tedy stav kosterního nálezů dovoluje, použít komplexní hodnocení, tedy nejen podle zubů, ale i podle vývoje jednotlivých kostí.

3.8. Vybrané metody hodnocení zubního věku

Moorrees, Fanning, Hunt - MFH (1963)

Tato práce začala již v roce 1929 v americkém Ohio. Na výzkumu se podílelo 1036 dětí z různých socioekonomických vrstev a vyšetření probíhala pravidelně v šestiměsíčních intervalech. Jde tedy o longitudinální studii. Metoda MFH je založena na rozdělení zubního vývoje u trvalého chrupu do čtrnácti stádií od „počáteční tvorby pohárku“ po „kompletní apikální uzavření“. Zároveň Moorrees a kolektiv vytvořili tabulky pro výpočet dentálního věku podle odečtených stádií, zvláště pro chlapce a zvláště pro dívky. Pro každý zub je tak možné odečíst chronologický věk z těchto tabulek, na základě mineralizace a fáze vývoje tohoto konkrétního zubu. Metoda je velice dobře graficky zpracovaná, což dává možnost velice přesného odečtení stádia vývoje každého zubu a snižuje se tak riziko chyby při odčítání stádií a tedy i riziko chyby nepřesného odhadu zubního věku. Výhodou této metody je také to, že je k odhadu zubního věku možno použít i jen jeden jediný zub, takže se této metody může využívat i například v bioarcheologii nebo v případě forenzní antropologie, u případů, kdy je lebka poškozena nejrůznějšími vlivy a došlo například ke ztrátě většiny zubů. Tato metoda bývá tedy často používána právě pro svou výhodu možnosti výběru jen některých, nebo dokonce jediného zubu, protože to činí metodu MFH více flexibilní a lépe využitelnou (Graham et al. 2010).

Demirjian (1973)

Demirjian se snažil zjednodušit odhad chronologického věku. Použil 1446 panoramatických rentgenových snímků zubů chlapců a 1482 snímků zubů dívek kanadsko - francouzské populace. Každý zub ohodnotil podle vývojového stádia (množství vytvořeného dentinu, tvarové změny dřeňové dutiny apod.). Omezil počet fází vývoje zubu na osm a přiřadil jim skóre od A do H. Zároveň také omezil analýzu na sedm zubů dolního levého kvadrantu. Na základě statistické analýzy potom přiřadil každému skóre každého zubu konkrétní hodnotu a to zvláště pro chlapce a pro dívky. Výsledný chronologický věk lze potom získat součtem hodnot přiřazených ke všem sedmi zubům. Problémem této metody je, že k určení zubního věku je zapotřebí všech sedmi zubů, což je zejména v bioarcheologii téměř nemožné. Tato metoda je vhodná pro děti a mladistvé od tří do sedmnácti let a sami autoři uvádí, že přestože je tento skórovací systém pravděpodobně poměrně univerzální v použití, nelze vyloučit, že se mohou vyskytnout jisté odchylky

v odhadu, v závislosti na zkoumané populaci. Je to zřejmě nejvíce používaná metoda odhadu zubního věku a byla modifikována a testována na mnoha různých populacích (Liversidge et al. 2006, McGettigan et al. 2010).

Komínek a Rozkovcová (1984)

Ve své studii podrobně rozpracovali období vývoje dočasných a trvalých zubů pomocí panoramatických rentgenových snímků dětí z Prahy a Středočeského kraje. Šlo o archivovaný materiál - snímky zdravých dětí od novorozeneckého věku do patnácti let. Na základě rentgenologicky zjistitelných znaků a konfigurace dřevné dutiny definovali sedm stádií vývoje zubů. Jsou to: I. stádium zubního váčku, II. počínající mineralizace korunky, III. pokročilá mineralizace korunky, IV. počátek tvorby kořene, a stádia V. divergence, VI. paralelity a VII. konvergence stěn kořenového kanálku. Zjistili také průměrnou dobu trvání jednotlivých období a s výjimkou III. stádia, které trvá zhruba čtyři roky, doba trvání ostatních stádií zpravidla nepřesahuje jeden rok. Taktéž definovali stupeň resorbce kořene u dočasných zubů a rozdělili ho na tři fáze: počínající resorbce, resorbce zhruba poloviny kořene a pokročilá resorbce, která nakonec končí ztrátou zubu.

Smith (1991)

Pro svoji studii využil data MFH a vytvořil tabulku, ve které ke každému vývojovému stádiu přiřadil konkrétní věk. Toto tabulkové zpracování je přehlednější než grafická forma v původní studii MFH. Odhadovaný věk je potom jednoduše vypočítán jako průměr hodnot všech zubů, které jsou k dispozici. V tomto případě tedy nejde o vytvoření nové metody, ale spíše o zjednodušení a inovaci metody stávající, tedy metody Moorrees, Fanning, Hunt (1963).

4. MATERIÁL A METODY

4.1. Materiál

K vypracování této diplomové práce byly použity anonymizované panoramatické rentgenové snímky chrupu, které mi byly poskytnuty mým školitelem. Jedná se o 922 snímků chrupu francouzských dětí z jihozápadní Francie ve věku 4 - 18 let narozených v rozmezí let 1989 - 2004. Rentgenové snímky byly pořízeny v rozsahu deseti let, od roku 2001 - 2010. Rentgeny vytvořila a shromáždila doktorka Vanessa Urzel, která má zubařskou praxi ve Francii. K snímkům mi byly poskytnuty tyto údaje: datum narození dítěte, datum pořízení rentgenového snímku a pohlaví dítěte. Z celkového počtu bylo vyřazeno 68 rentgenových snímků, z toho 24 snímků patřilo chlapcům a 44 snímků bylo dívkách. Důvodem vyřazení byla nemožnost odhadu věku - u těchto jedinců byla mineralizace dokončena u všech přítomných zubů. Většina těchto snímků spadala do věkové kategorie 12 - 18 let, přičemž nejvíce snímků bylo v kategorii 17 - 18 let. Jeden vyřazený snímek se objevil už ve věkové kategorii 11 let. Celkem nemohlo být použito 7 % rentgenů, z toho 65% snímků patřilo dívkám a 35% chlapcům. Ke studii tedy bylo použito celkem 854 panoramatických rentgenových snímků.

věk	celkový počet snímků	počet snímků CHLAPCI	počet snímků DÍVKY	počet použitých snímků
4 roky	12	6	6	12
5 let	22	10	12	22
6 let	39	21	18	39
7 let	44	22	22	44
8 let	73	37	36	73
9 let	83	34	49	83
10 let	78	46	32	78
11 let	101	48	53	100
12 let	95	46	49	85
13 let	67	41	26	54
14 let	59	26	33	55
15 let	71	41	30	64
16 let	75	37	38	67
17 let	65	43	22	51
18 let	38	22	16	27
celkem	922	480	442	854

4.2. Metody

Hodnocení panoramatických rentgenových snímků bylo provedeno na vzorku 922 dětí obou pohlaví ve věku 4 - 18 let. Snímky byly hodnoceny metodou podle Moorrees, Fanninga a Hunta, MFH (1963). Hodnocení probíhalo pouze na zubech dolní čelisti, a to jen na zubech levé strany čelisti, protože při porovnávání obou polovin (což bylo také předmětem mého zájmu), byl ve více jak 98% vývoj zubů obou polovin čelisti srovnatelný. Důvodem, proč byla analýza provedena pouze na zubech dolní čelisti, je jednoduše to, že metoda MFH byla vytvořena pouze pro zuby dolní čelisti. Ve vývoji zubů horní a dolní čelisti totiž existuje jistá časová diference (Haavikko 1973). Dalším možným důvodem, proč byla metoda MFH vytvořena pro zuby dolní čelisti, může být i to, že z kostrového materiálu zůstává pro svou odolnost zpravidla nejdéle zachována právě dolní čelist (Komínek, Rozkocová 1984).

Metoda MFH se opírá o dvě základní vypracovaná schémata, jedno pro zuby $I_1 - P_2$ a druhé pro zuby $M_1 - M_3$. Každé schéma má tři hlavní stádia: stádium korunky (Crown), stádium kořene (Root) a stádium vrcholu (Apex). Každé hlavní stádium je ještě rozděleno na několik podstádií. Stádia jsou označena písmenem a indexem, přičemž první písmeno v označení určuje hlavní stádium zubu a index určuje podstádium zubu.

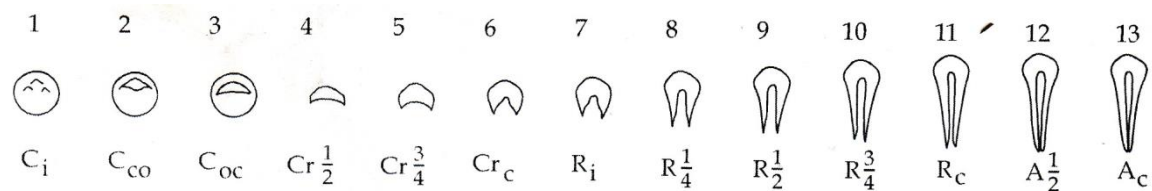
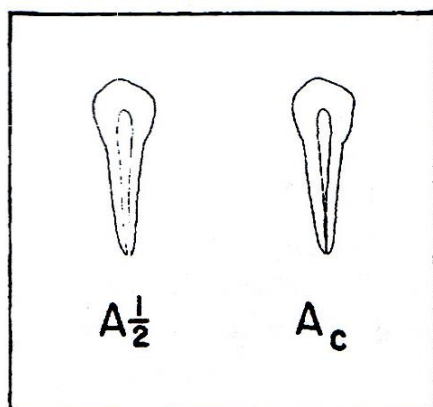
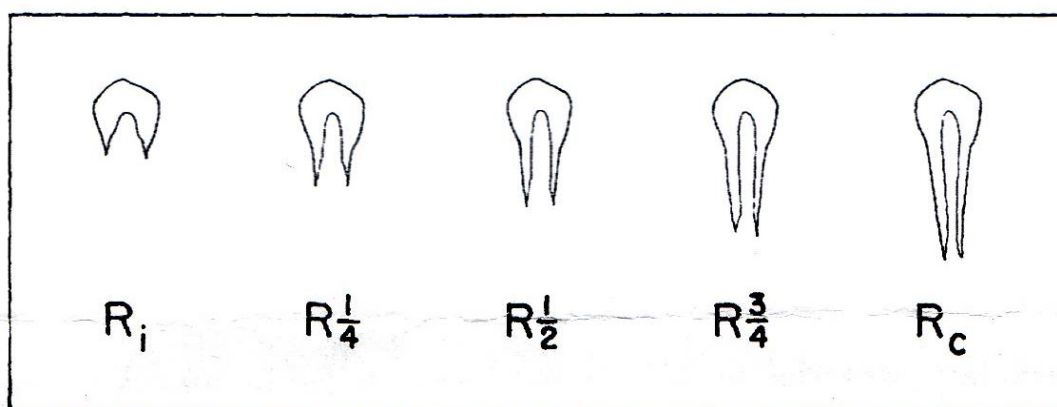
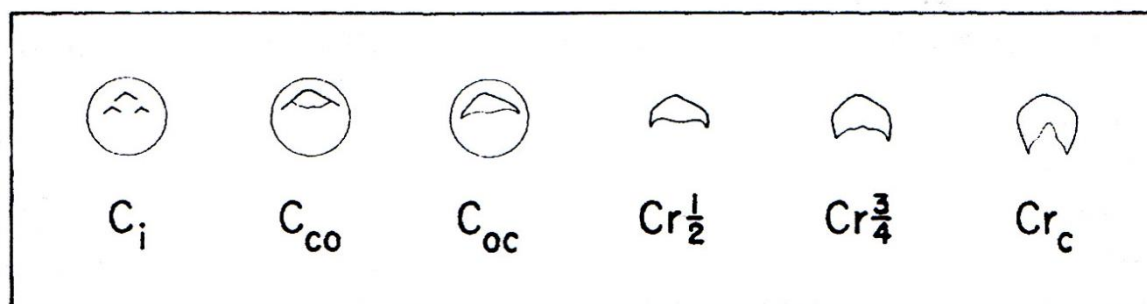
Schéma pro zuby $I_1 - P_2$:

Stádium korunky (Crown) má 6 podstádií: C_i , C_{co} , C_{oc} , $Cr_{1/2}$, $Cr_{3/4}$ a Cr_c .

Stádium kořene (Root) má 5 podstádií: R_i , $R_{1/4}$, $R_{1/2}$, $R_{3/4}$ a R_c .

Stádium vrcholu (Apex) má 2 podstádia: $A_{1/2}$ a A_c (viz obr. 20).

Obr. 20

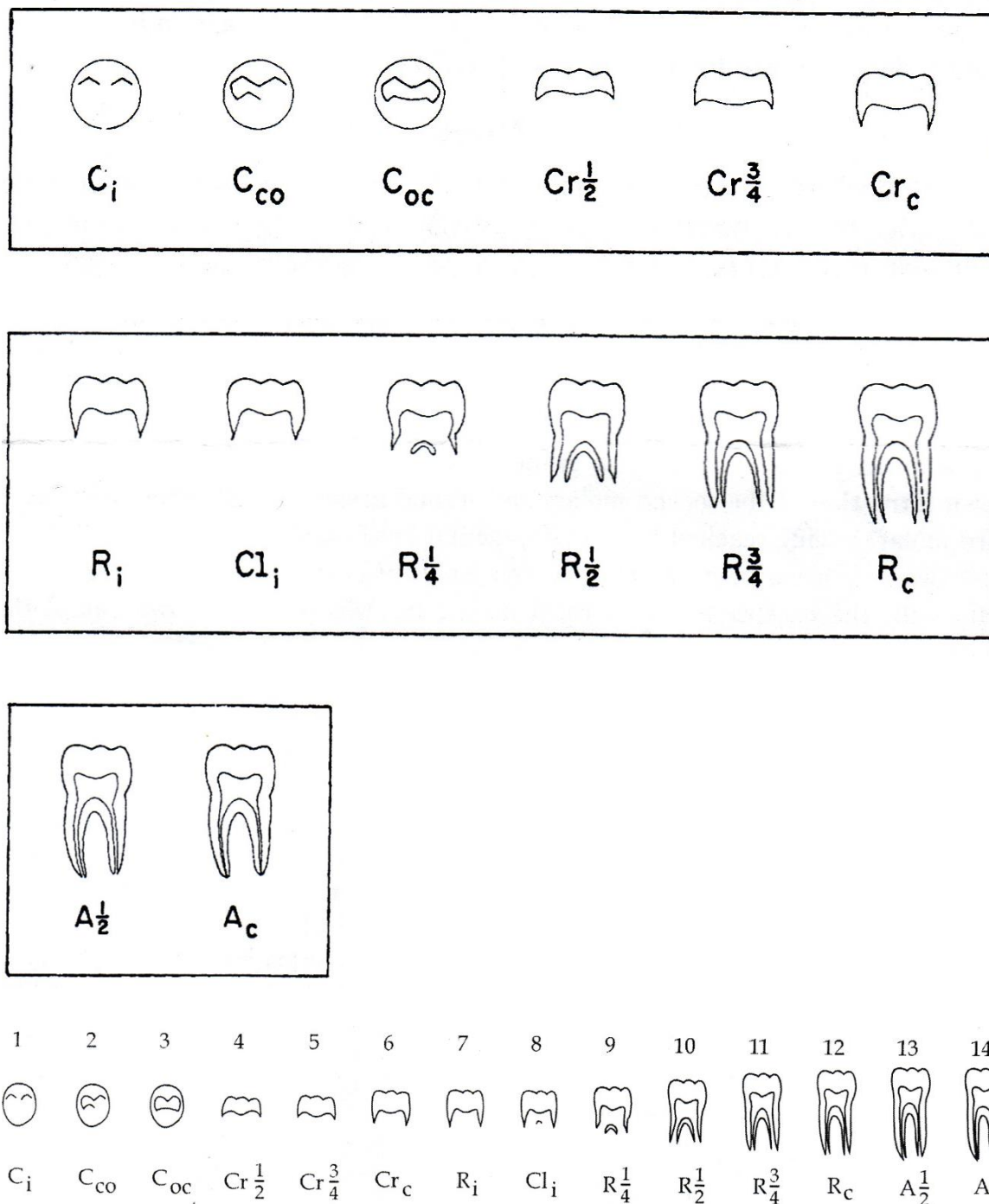


Obr. 20: Schéma pro jednotlivá vývojová stádia zubů I₁ - P₂

(Obr. převzat z: Moorrees et al. 1963)

Schéma pro zuby $M_1 - M_3$ má podstádia téměř identická, liší se pouze ve stádiu kořene (Root), které má v tomto případě 6 stádií: R_i , Cl_i , $R_{1/4}$, $R_{1/2}$, $R_{3/4}$ a R_c (viz obr. 21).

Obr. 21



Obr. 21: Schéma pro jednotlivá vývojová stádia zubů $M_1 - M_3$

(Obr. převzat z: Moorrees et al. 1963)

Každý zub ve svém vývoji prochází nejprve stádiem mineralizace korunky, při němž projde všemi šesti podstádii. Je-li dokončena mineralizace korunky, tzn., že zub dokončil stádium Cr_c, následuje mineralizace kořene, kdy zub opět prochází všemi podstádii (v případě zubů I₁ - P₂ pěti podstádii, v případě zubů M₁ - M₃ šesti). Ve chvíli, kdy zub dosáhne podstádia R_c, následuje poslední stádium, stádium vrcholu, kdy zub prochází jeho dvěma podstádii. Po dosažení stádia Ac je zub kompletní a v tuto chvíli je již pro odhad věku metodou MFH nepoužitelný.

Technická obtížnost metody MFH je v tom, že informace byly publikovány pouze v grafické podobě. Z toho plyne, že každý, kdo se rozhodne použít tuto metodu ve své studii, je nucen každý případ, každé hodnocení snímku, vynést do grafu, což je poněkud nepraktické a v případě velkého množství vzorků zdouhavé a je stále zapotřebí interpolace grafu na numerické hodnoty zubního věku (Harris, Buck 2002).

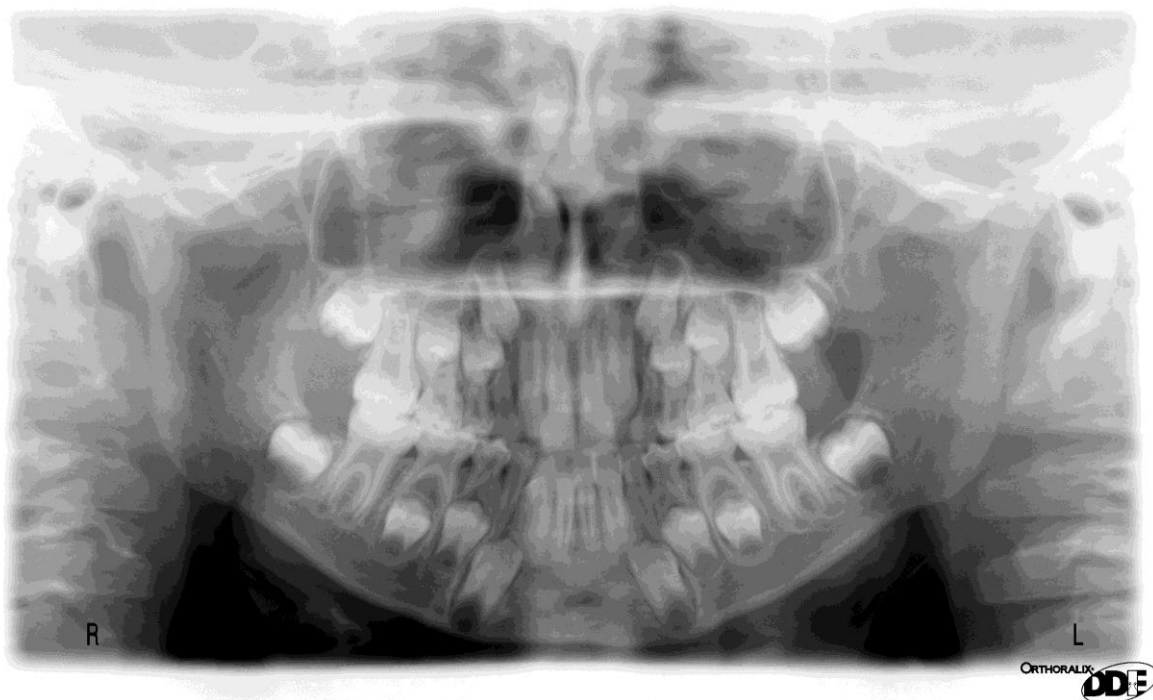
Hodnocení každého snímku tedy probíhalo tak, že jsem se vždy zaměřila na jednotlivý zub a podle schématu vytvořeného Moorreesem a kolegy k němu přiřadila jedno vývojové stádium. Každé stádium každého zubu jsem poté zapsala do tabulky, kterou jsem si před samotným hodnocením připravila. Následně jsem ke každému stádiu přiřadila zubní věk, který jsem získala z původního grafického zpracování metody MFH. Nakonec jsem jednotlivé hodnoty zubního věku sečetla a vytvořila průměrný zubní věk. Ten jsem dále porovnávala s věkem chronologickým a vše také zapsala do připravené tabulky. Tímto konečným porovnáním jsem zjistila, zda je zubní věk oproti chronologickému nadhodnocený nebo podhodnocený.

Protože tato práce se zaměřila především na užití metody MFH pro potřeby bioarcheologie, bylo potřeba vzít v úvahu, že často dochází ke ztrátě některých zubů, zejména zubů jednokořenových, naopak stoličky většinou zůstávají v čelisti ukotveny pevněji. Proto jsem ještě zpracovala data pro jednotlivé řezáky, pro jednotlivé stoličky a dále pro kombinaci první a druhé stoličky, které bývají zachovávány nejčastěji. Tabulkové zpracování jsem nakonec převedla do přehledných grafů, které názorně ukazují, zda je zubní věk u jednotlivých zubů nebo jejich kombinací spíše nadhodnocený nebo podhodnocený, a jak velké odchylky (v rádech roků) se u zubního věku objevují.

Hodnocení snímků probíhalo v rámci zhruba tří týdnů, aby byla co nejvíce eliminována subjektivita hodnocení. Hodnocení jsem opakovala dvakrát, asi po dvou měsících jsem všechny snímky zhodnotila znovu, abych se ujistila, že podruhé se mé hodnocení nebude lišit od prvního.

Pro lepší představu jsem připojila i jeden z panoramatických rentgenových snímků a tabulku, kterou jsem si pro zapisování jednotlivých vývojových stádií a následně pro zapsání zubního věku připravila (obr. 22).

Obr. 22



snímek č. 155 (M)	chronol. věk	zubní věk	odchylka	zub	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3
	8,22	8,18	-0,04	stádia	A1/2	Rc	R3/4	R1/2	R1/4	A1/2	Cli	
				hodnocení	7,8	8	9,6	8,6	7,7	7,1	8,4	

VÝSLEDKY

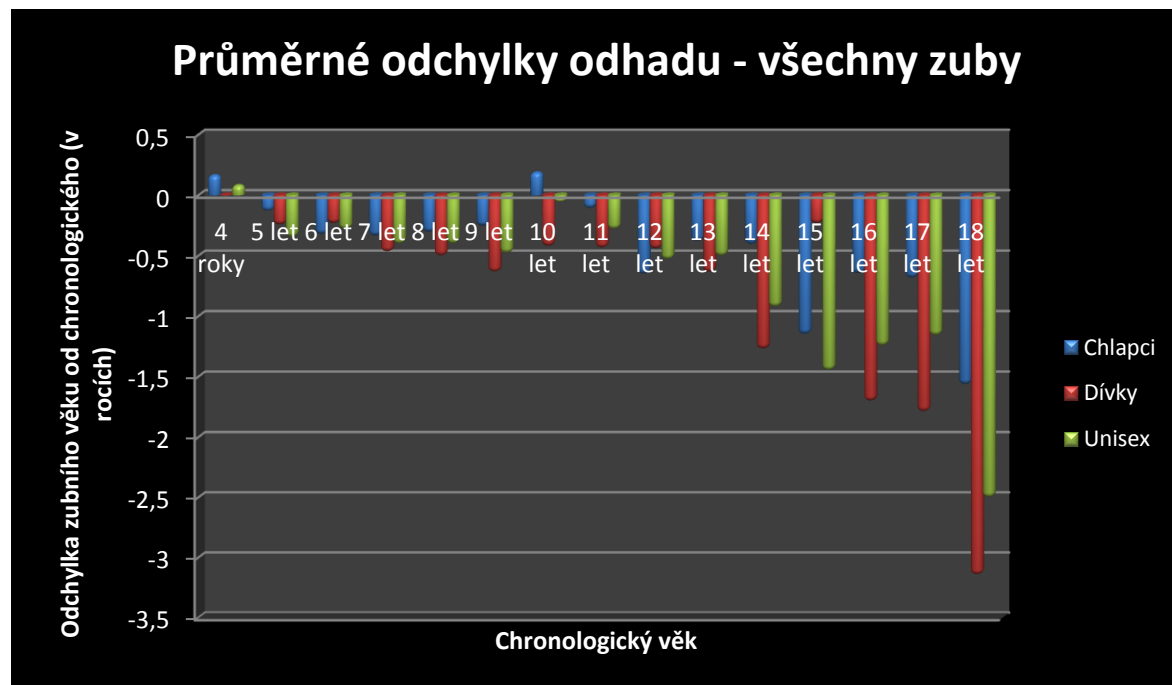
Jak již bylo zmíněno výše, vzhledem k tomu, že se tato práce zaměřuje především na využití metody MFH pro potřeby bioarcheologie, která je specifická tím, že materiál, který je potřebný ke správnému odhadu věku, bývá často poznamenán ztrátou některých zubů, bylo potřeba se soustředit nejen na zubní věk získaný hodnocením všech zubů, ale zpracovat data také pro jednotlivé zuby, zejména pro řezáky, které se často uvolňují z čelistí a poté naopak na stoličky, které se většinou v čelisti uchovávají. Nakonec jsem se rozhodla pro názorné zpracování grafů pro všechny jednotlivé zuby dolní čelisti, aby byly výsledky kompletní. Zpracování bylo provedeno hlavně formou grafů, které jsou přehledné a dávají jasný obraz o tom, jak se odhad zubního věku liší od chronologického, a zda se spíše objevuje trend nadhodnocení nebo naopak podhodnocení. Zároveň jsem vytvořila tabulkový přehled jednotlivých zubů a všech jejich stádií a k nim přiřadila věkový interval, ve kterém je možné tato stadia u zkoumaného souboru najít.

Každý z grafů je pojmenovaný, pro lepší přehled. V každém grafu se na ose x nachází chronologický věk dětí, resp. jednotlivé věkové skupiny, Na ose y je pak vidět odchylka odhadu zubního věku od chronologického (v rocích). Graf byl zpracován zvlášť pro každé pohlaví a zároveň pro kombinaci obou pohlaví, aby byly výsledky úplné a dobře porovnatelné (graf č. 1 - 10).

První graf znázorňuje výsledky odhadu zubního věku při použití všech zubů dohromady, následující grafy se již zaměřují na konkrétní zuby, případně jejich kombinaci. U všech těchto grafů je patrné, že jsou vždy omezené určitou věkovou hranicí a to jednoduše proto, že většina zubů se vyvíjí v rámci několika let, což bude nejlépe patrné na přehledné shrnující tabulce, která bude následovat hned za jednotlivými grafy pro lepší přehled.

První graf znázorňuje výsledky odhadu zubního věku při použití všech zubů dohromady:

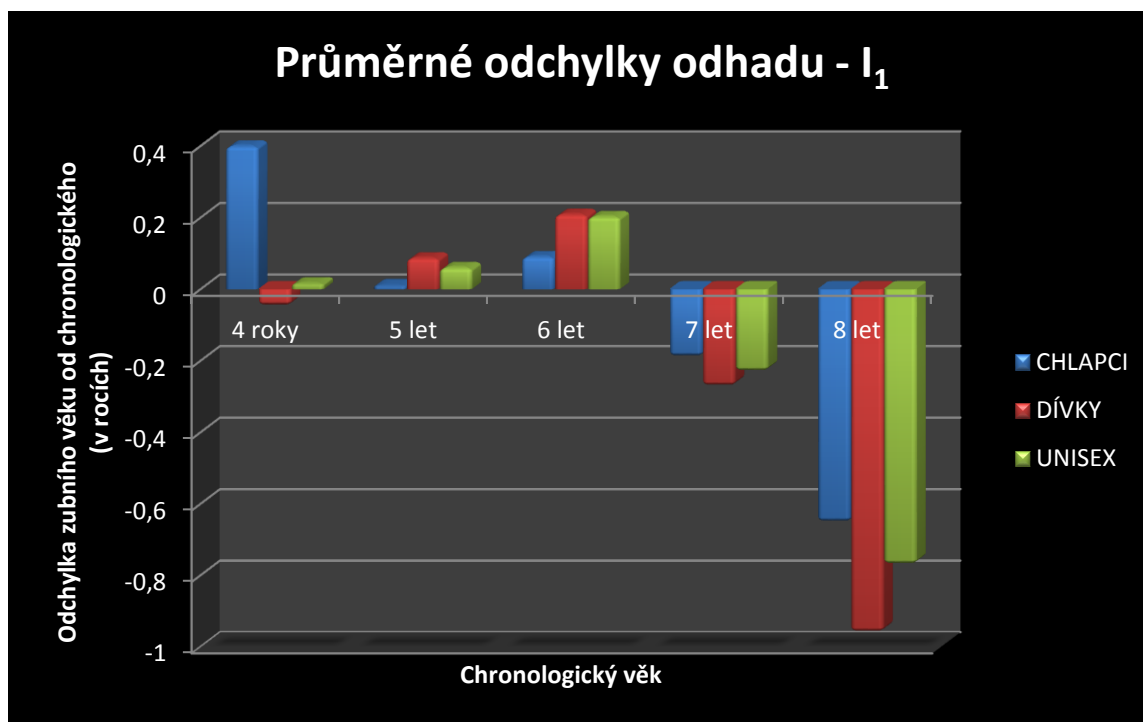
Graf č. 1



Tento souhrnný graf, který zahrnuje hodnocení všech zubů, dává kompletní přehled o výsledcích mé diplomové práce. Na grafu je velmi dobře patrné, že téměř u všech věkových kategorií, a to v případě oddělených pohlaví i ve verzi unisex, je zubní věk podhodnocený oproti věku chronologickému. Dále je zde dobře vidět, že zubní věk se velmi dobře shoduje s věkem chronologickým zejména u mladších věkových kategorií, u kterých se většina zubů nachází v počátečních vývojových stádiích. Ta mají obvykle poměrně krátká časová období, ve kterých se u dětí vyskytují. Patrná je rostoucí odchylka od 14. roku věku, která s každým přibývajícím rokem vzrůstá. Největší rozdíl mezi zubním a chronologickým věkem se objevuje ve věkové kategorii 18. let. V tomto věku jsou již všechny zuby kompletně vyvinuté a věk lze odhadnout pouze podle třetí stoličky (tzv. zubu moudrosti), který se naopak vyznačuje dlouhým časovým rozsahem u většiny svých vývojových stádií.

Graf znázorňující odhad zubního věku na základě hodnocení prvního řezáku, I_1 :

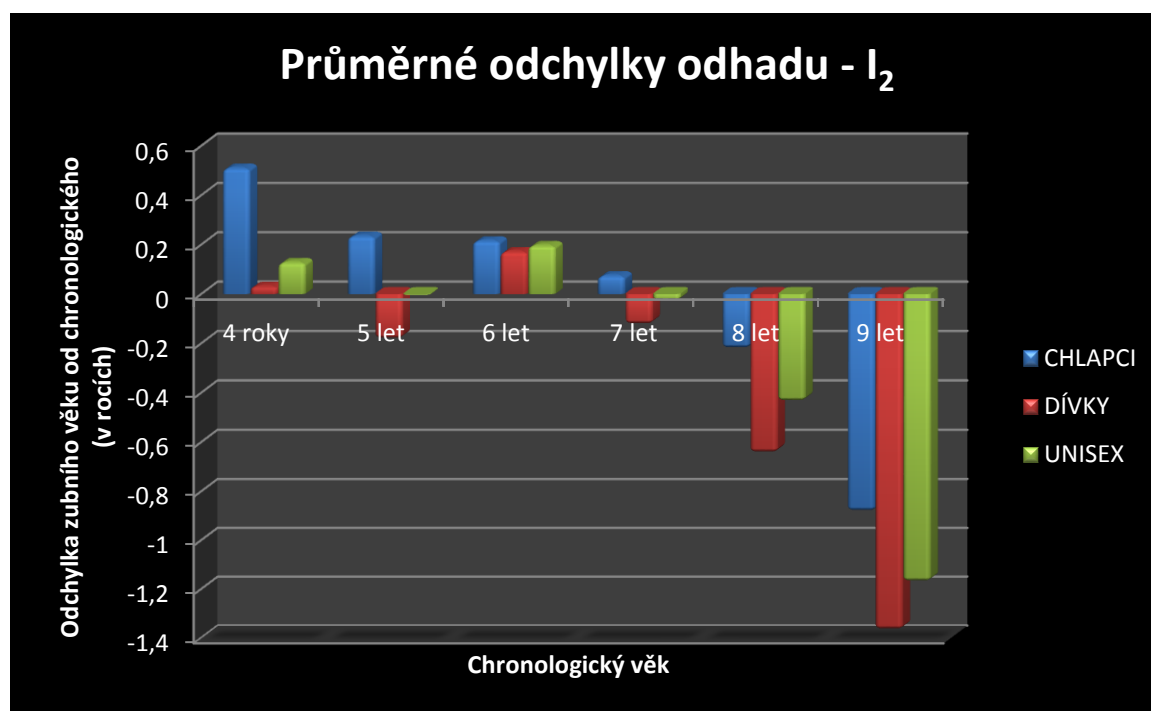
Graf č. 2



Odhad zubního věku podle prvního řezáku je poměrně omezený věkem dítěte (případně kosterních pozůstatků). Tento zub se totiž vyvíjí jako jeden z prvních, a také jeho vývoj bývá jako jeden z prvních ukončen. Odhad věku podle tohoto zubu je tedy možný pouze zhruba do osmi let věku, poté dochází k uzavření apikální části kořene a odhad je od této chvíle znemožněn - v této chvíli je stádium zubu označeno jako Ac a již k němu není přiřazen žádný zubní věk. Na grafu je dobře vidět, že samostatný první řezák je velice vhodný pro odhad zubního věku, zejména v intervalu 4 roky až 7 let se odchylka odhadu pohybuje v rozmezí - 0,05 až 0,4, a i v případě věkové kategorie 8 let, je odchylka menší než jeden rok. Dále je možné si všimnout, že ačkoli v případě, kdy byly k odhadu zubního věku použity všechny přítomné zuby, byl zubní věk téměř ve všech případech podhodnocený, při použití pouze prvního řezáku dojde k výrazné změně - v kategorii 4 roky až 6 let je naopak zubní věk oproti chronologickému lehce nadhodnocený. To tedy znamená, že počáteční stádia prvního řezáku se u zkoumané populace objevují dříve, než u populace, na které byla metoda MFH vytvořena. U posledních dvou věkových kategorií, 7 a 8 let již ale opět platí, že je zubní věk oproti chronologickému podhodnocen.

Graf, který zobrazuje výsledky odhadu zubního věku podle druhého řezáku, I_2 :

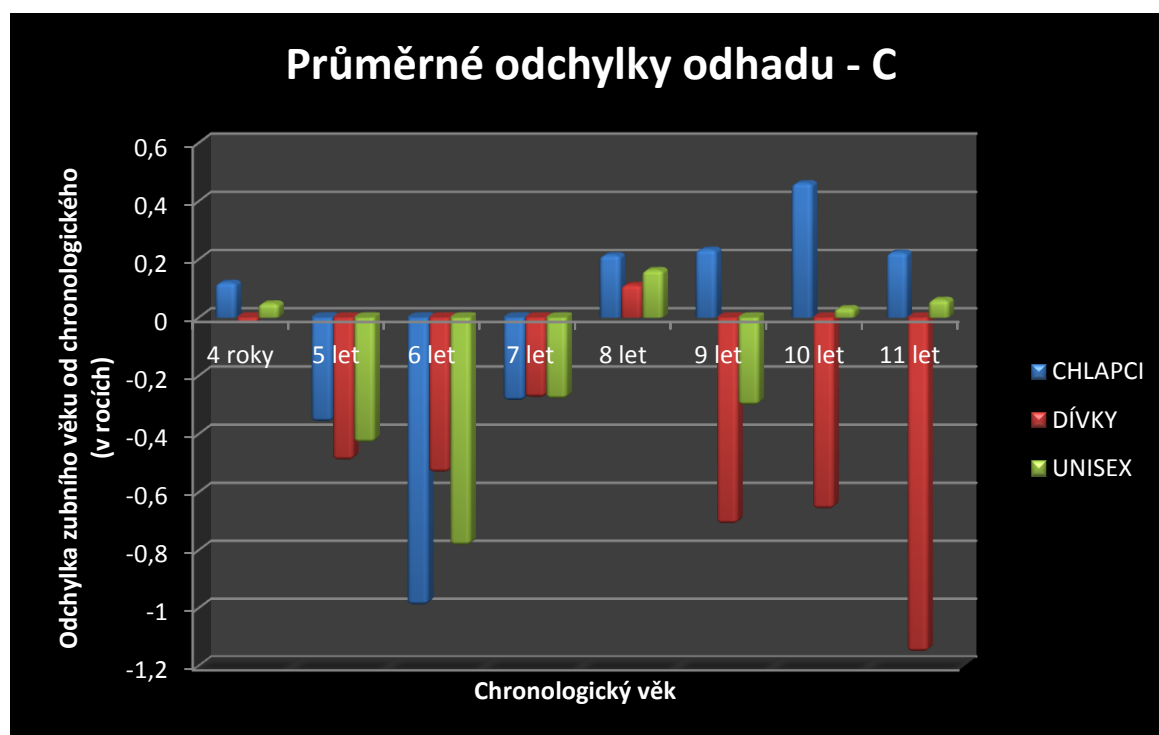
Graf č. 3



Stejně jako u předchozího grafu je i z tohoto patrné, že je opět omezen určitým věkovým intervalem. Důvod je stejný jako u prvního řezáku - tento zub se, podobně jako právě první řezák, vyvíjí mezi prvními, a zároveň je jeho vývoj poměrně brzy ukončen. U tohoto řezáku se opět objevuje zajímavý jev: zatímco při komplexním odhadu zubního věku za užití všech zubů, je zubní věk téměř ve všech případech podhodnocen, při užití pouze jedno z řezáků je vidět, že v počátečních stádiích vývoje je naopak zubní věk oproti chronologickému nadhodnocen. Tento trend se pak výrazně mění ve věkové kategorii 8 a 9 let. I u tohoto zubu je vidět, že se ukazuje jako velice vhodný pro odhad věku, protože odchylka odhadu se opět pohybuje pouze v rámci maximálně 0,5 roku v kategorii 4 roky až 7 let, a i v ostatních dvou kategoriích, 8 a 9 let jen lehce přesahuje odchylku jednoho roku.

Graf zobrazující výsledky odhadu zubního věku za použití špičáku, C:

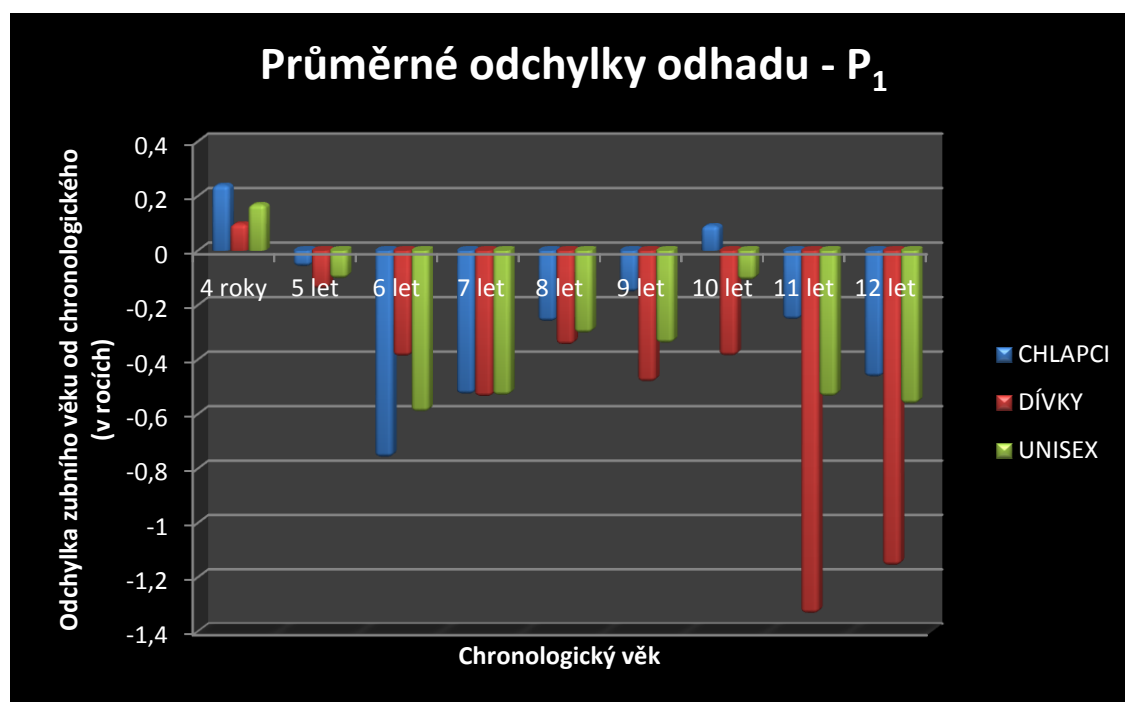
Graf č. 4



Z grafu, který znázorňuje výsledky odhadu zubního věku podle vývojových stádií špičáku, je vidět, že při použití pouze tohoto zubu dojde k poměrně nesourodým výsledkům. U části věkových kategorií je zubní věk opět podhodnocený oproti chronologickému, ale ve věkové kategorii 4 roky a 8 let je odhad zubního věku naopak nadhodnocený. Stejně tak v posledních třech věkových kategoriích se výsledky liší podle pohlaví. Určitou roli ale v tomto případě hraje to, že ve věkové kategorii 10 a 11 let již má velká část dětí špičák kompletně vyvinutý, a proto zde byl použit pouze omezený počet vzorků.

Graf shrnující odhad zubního věku podle hodnocení prvního premoláru, P₁:

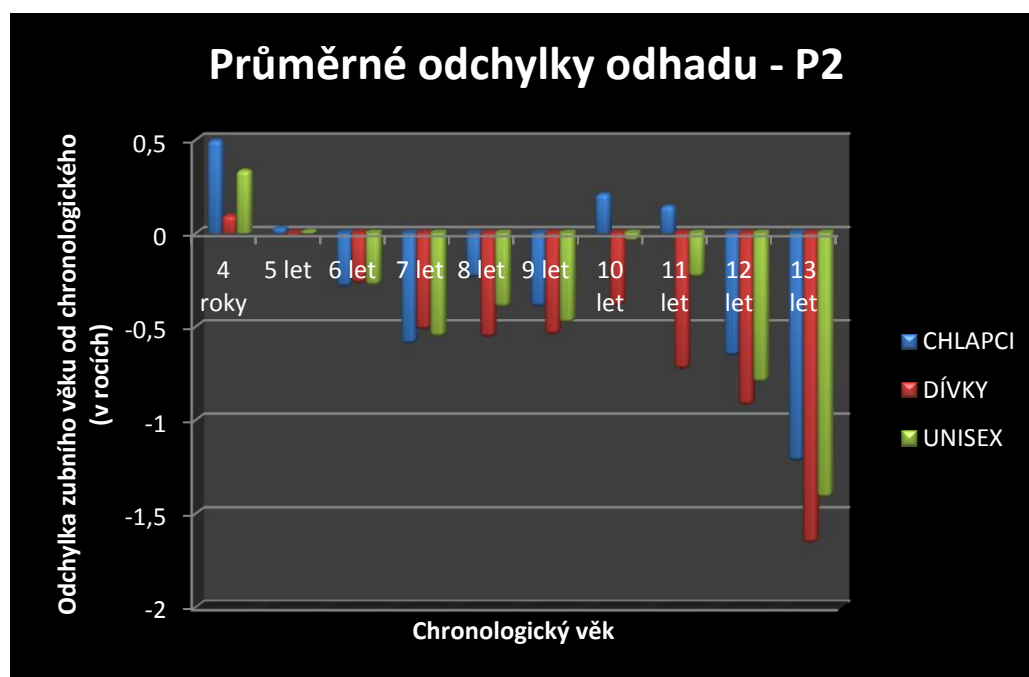
Graf č. 5



Graf, který znázorňuje výsledky odhadu zubního věku za použití prvního premoláru, opět ukazuje, že ve většině případů je zubní věk oproti chronologickému podhodnocený. Výjimku tvoří věková skupina nejmladších dětí, tedy dětí čtyřletých. Z grafu je dále patrné, že v nižších věkových kategoriích je odhad věku přesnější, jeho odchylka od chronologického věku většinou nepřesahuje 0,5 roku. Naopak ve věkové kategorii 11 a 12 let se objevuje velký výkyv u ženského pohlaví, kdy se odhad zubního věku liší o více než jeden rok. Kromě tohoto výkyvu je ale vidět, že i použití prvního premoláru přináší velmi dobré výsledky odhadu věku.

Graf týkající se odhadu zubního věku při hodnocení druhého premoláru, P₂:

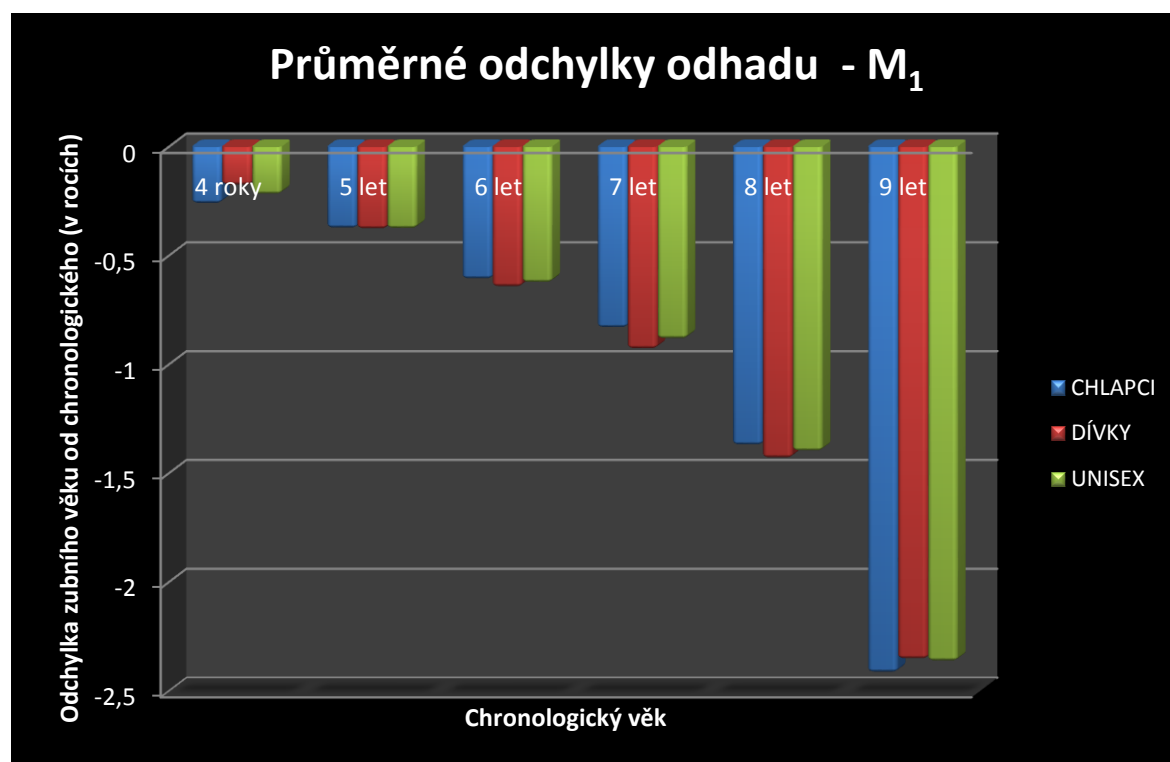
Graf č. 6



Z následujícího grafu jasně vyplývá, že odhad zubního věku je opět oproti chronologickému věku ve většině případů podhodnocený. Výjimku opět tvoří nejmladší věková skupina. V téměř všech věkových kategoriích se odchylka odhadu pohybuje v mezích 0,5 roku, v kategorii 12 let se zvyšuje až k téměř jednomu roku a u poslední kategorie 13 let odchylka odhadu značně narůstá a v jednom případě přesahuje hranici 1,5 roku. Z grafu je opět velmi dobře viditelné, že i druhý premolár je velmi vhodný k odhadu zubního věku, a to zejména v ranějších stádiích vývoje, což platí pro téměř všechny zkoumané zuby.

Graf pro odhad zubního věku na základě hodnocení první stoličky, M_1 :

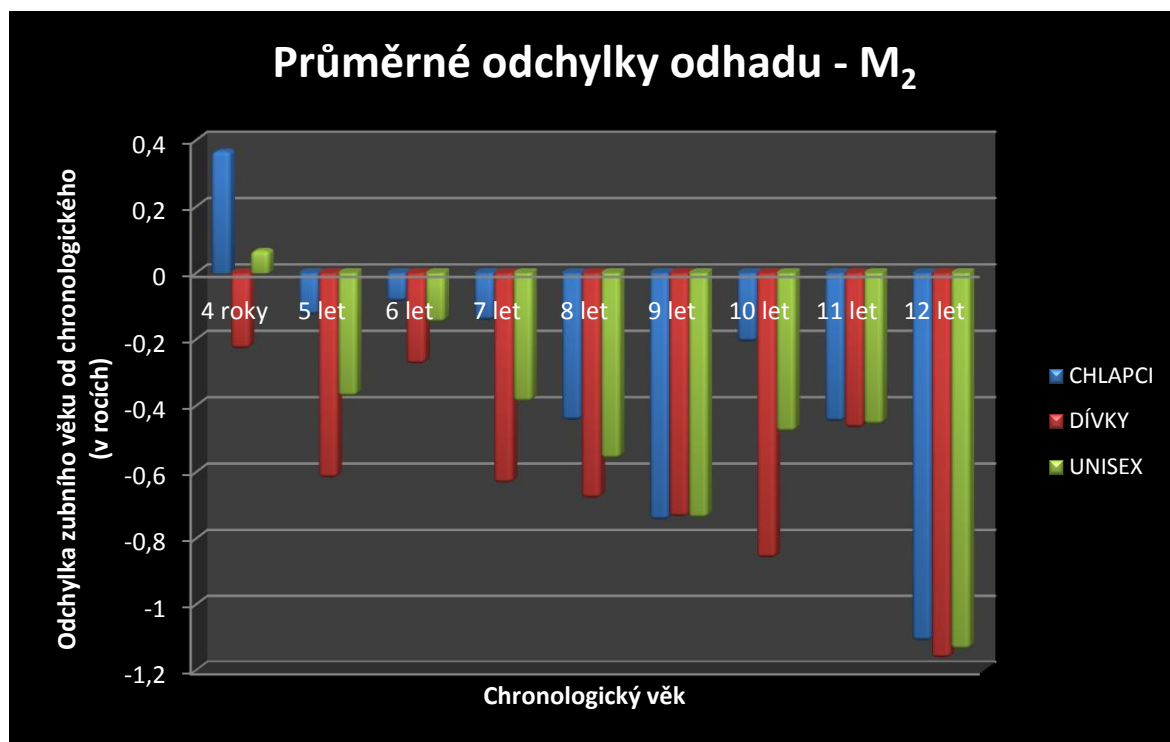
Graf č. 7



Na dalším grafu, znázorňujícím odhad věku za použití pouze první stoličky, je vidět markantní rozdíl oproti předchozím dvěma grafům, které se týkaly prvního a druhého řezáku. Z grafu je na první pohled patrné, že ve všech věkových kategoriích, u obou pohlaví, i ve verzi unisex, je zubní věk podhodnocen oproti věku chronologickému. Odhad je opět omezen jen na několik věkových kategorií, a to ze stejných důvodů jako u obou řezáků. I zde se potvrzuje, že odchylka zubního věku od chronologického stoupá s věkem, a že nejpřesnějšího odhadu lze tedy dosáhnout u počátečních vývojových stádií zubu. Z grafu je dále velice dobře vidět, že první molár je vhodný k odhadu věku, nicméně u poslední věkové kategorie, u které se tento zub nachází v posledních stádiích vývoje, se objevuje markantní rozdíl, a značná odchylka odhadnutého věku od věku chronologického, která dosahuje dokonce hodnoty -2,5 roku.

Graf, který zobrazuje výsledky odhadu zubního věku podle druhé stoličky, M_2 :

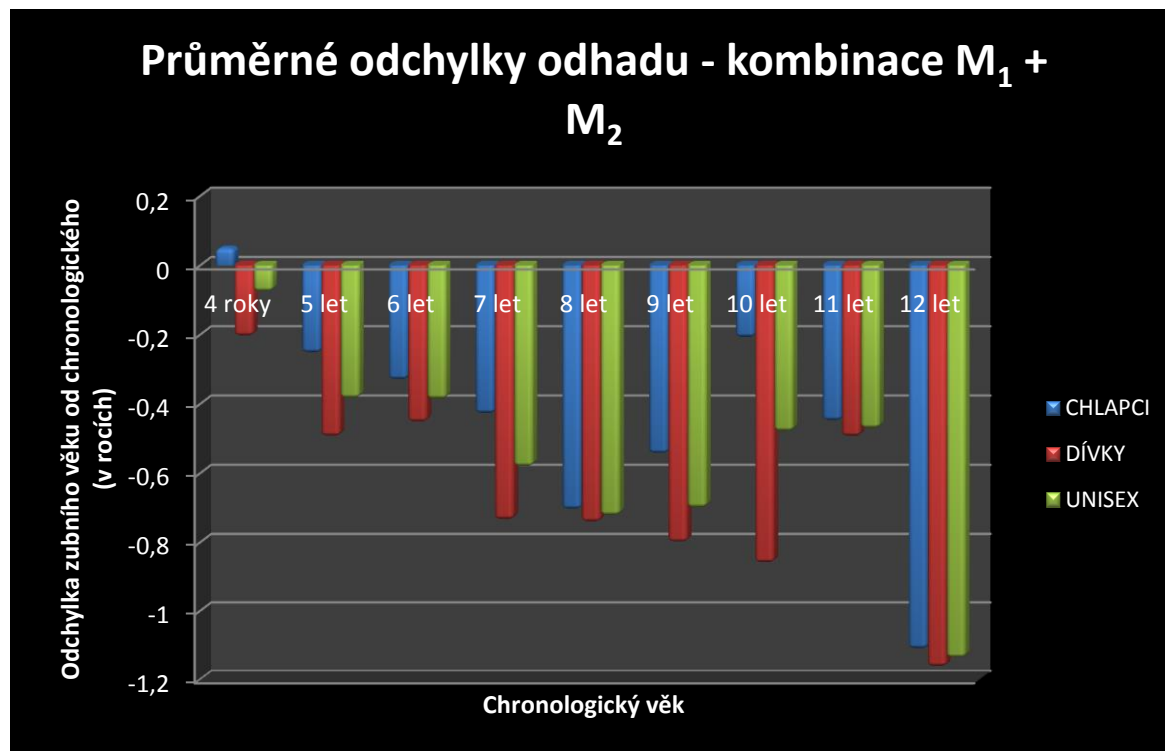
Graf č. 8



Graf, týkající se odhadu zubního věku na základě hodnocení druhého moláru se v mnoha ohledech podobá grafu předcházejícímu. I zde je patrné, že zubní věk je téměř ve všech věkových skupinách (kromě jedné výjimky v nejnižší věkové kategorii u chlapců) podhodnocen oproti věku chronologickému. Stejně jako u předchozího grafického znázornění platí, že největší odchylka odhadu se týká poslední věkové skupiny, ale odchylka zde není tak výrazná, jako v předchozím případě. Je zde také viditelné, že se objevuje poměrně velké kolísání mezi oběma pohlavími a verzí unisex v některých věkových skupinách. Zároveň zde není patrné postupné zvyšování odchylky se zvyšujícím se věkem, jako tomu bylo v předchozím případě. Přesto je i použití samostatného druhého moláru velice vhodné, protože odchylka odhadu ve většině případů nepřesahuje hranici jednoho roku a v nižších věkových skupinách většinou ani hranici šesti měsíců.

Graf shrnující výsledky odhadu za použití kombinace první a druhé stoličky, $M_1 + M_2$:

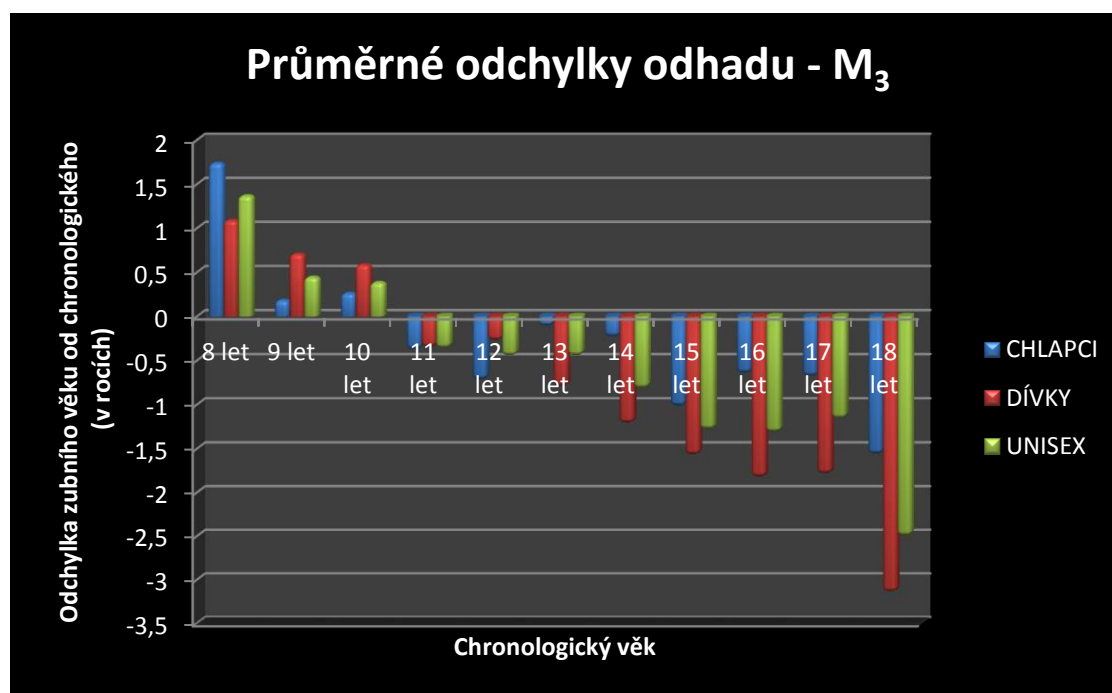
Graf č. 9



Tento graf se jako jediný týká kombinace zubů, a to kombinace odhadu zubního věku podle první stoličky a druhé stoličky. Tato kombinace byla zvolena záměrně, a to z toho důvodu, že právě moláry bývají v čelistech nejlépe zachovávané a nedochází k jejich ztrátě, takže je velká pravděpodobnost, že při nálezů kosterních pozůstatků budou v čelisti přítomny právě tyto dva zuby. Graf se logicky podobá dvěma grafům předchozím, protože byl použit odhad podle stejných zubů, pouze v jejich kombinaci. Je zde jasně vidět, že při použití kombinace zubů se graf, oproti použití pouze druhého moláru více stabilizoval, výkyvy v jednotlivých věkových skupinách jsou méně výrazné. Zároveň při porovnání s grafem, který se týká odhadu podle prvního moláru, je patrný obrovský rozdíl ve věkové kategorii 9 let. Zatímco u výsledků prvního moláru se odchylka odhadu blížila hranici -2,5 roku, v tomto případě nepřesahuje ani hranici - 1 roku, výsledek je tedy daleko přesnější.

Graf shrnující odhad věku podle třetího moláru, M3:

Graf č. 10



Poslední z grafů, který je zaměřen na odhad zubního věku podle vývoje třetího moláru. Z grafu je již na první pohled jasné, že třetí molár je nejrozporuplnějším ze všech hodnocených zubů. Ve věkové skupině 9 až 14 let je odchylka zubního věku od chronologického ve většině případů nižší než jeden rok, ale ve vyšších věkových kategoriích se začíná odchylka se zvyšujícím se věkem značně zvyšovat. V těchto kategoriích je třetí molár jediným zubem, podle kterého je ještě možné zubní věk odhadnout, ostatní zuby jsou již v tomto věku kompletně vyvinuty. Z grafu je také patrné, že třetí molár má nejdelší vývoj ze všech zubů u člověka. Počáteční stádia se objevují již ve věku osmi let a vývoj bývá často ukončen až pozdě v dospělosti. I to je zřejmě důvod, proč u tohoto zubu dochází k poměrně nesourodým výsledkům odhadu.

Kromě jednotlivých grafů pro odhad zubního věku podle jednotlivých zubů nebo jejich kombinací jsem zpracovala také tabulku pro jednotlivé zuby a jednotlivá stádia, pro každé pohlaví zvlášť. V tabulce je vždy zanesen věkový interval, ve kterém se určité stádium každého zubu u francouzské populace vyskytovalo. Z tabulky je vidět, že se samozřejmě věkové intervaly u jednotlivých stádií překrývají. Některá stádia některých zubů se u zkoumané populace vůbec nevyskytovala, proto v tabulce úplně chybí. V případě, že je u stádia zubu uvedeno pouze jedno číslo, znamená to, že dané stádium se vyskytovalo pouze u jediného jedince z celého souboru. U stádií Ac, tedy u kompletně vyvinutých zubů, je vždy v tabulce uveden nejnižší věk, u kterého se poprvé kompletní stádium objevilo. Tato tabulka je jakýmsi orientačním bodem, a shrnuje, v jakém rozmezí věku se dá určité stádium konkrétního zubu očekávat. Samozřejmě je nutné mít na paměti to, že každý jedinec se vyvíjí individuálně a jeho vývoj je ovlivněn mnoha faktory, proto se některá stádia pohybují pouze v rozmezí měsíců a některá naopak dosahují rozpětí i několika let. Tato tabulka ukazuje, že při odhadu zubního věku není potřeba mít na paměti jen interpopulační rozdíly, ale zejména rozdíly individuální, protože vývoj každého člověka se do určité míry liší a zdaleka ještě nejsou zjištěny všechny faktory, které se na tomto faktu podílejí.

DÍVKY F		
zub	stadium	věkový interval
I₁	R _{1/4}	4,42 - 5,01
	R _{1/2}	4,78 - 6,25
	R _{3/4}	5,86 - 7,08
	Rc	5,67 - 7,69
	A _{1/2}	6,73 - 9,32
	Ac	od 7,5
I₂	Ri	4,44
	R _{1/4}	4,42 - 6,25
	R _{1/2}	5,47 - 10,9
	R _{3/4}	5,74 - 7,69
	Rc	6,94 - 9,32
	A _{1/2}	7,5 - 9,88
	Ac	od 9,01

CHLAPCI M		
zub	stadium	věkový interval
I₁	Ri	4,64 - 4,95
	R _{1/4}	4,22 - 5,42
	R _{1/2}	5 - 6,88
	R _{3/4}	5,78 - 6,9
	Rc	6,22 - 7,93
	A _{1/2}	7,12 - 8,96
	Ac	od 7,97
I₂	Ri	4,22 - 4,95
	R _{1/4}	4,89 - 6,88
	R _{1/2}	5,78 - 6,9
	R _{3/4}	6,22 - 7,93
	Rc	7,12 - 8,96
	A _{1/2}	7,97 - 9,89

C	C _{rc}	4,42
	R _i	4,44 - 7,08
	R _{1/4}	4,73 - 9,12
	R _{1/2}	6,37 - 9,7
	R _{3/4}	6,9 - 9,87
	R _c	7,78 - 10,61
	A _{1/2}	8,8 - 12,64
	Ac	od 10,2
P₁	Cr _{3/4}	4,42 - 5,23
	C _{rc}	4,73 - 6,25
	R _i	4,78 - 7,82
	R _{1/4}	6,37 - 9,12
	R _{1/2}	6,94 - 9,87
	R _{3/4}	7,78 - 11,18
	R _c	8,8 - 11,66
	A _{1/2}	10,22 - 12,16
	Ac	od 10,2
P₂	Cr _{1/2}	5,23
	Cr _{3/4}	4,77 - 6,25
	C _{rc}	4,78 - 7,82
	R _i	5,99 - 11,41
	R _{1/4}	6,37 - 11,18
	R _{1/2}	7,78 - 10,8
	R _{3/4}	8,8 - 12,16
	R _c	10,23 - 14,88
	A _{1/2}	11,07 - 14,64
	Ac	od 10,2
M₁	C _{li}	4,42
	R _{1/4}	4,44 - 5,23
	R _{1/2}	5,31 - 6
	R _{3/4}	4,78 - 8,99
	R _c	5,67 - 7,64
	A _{1/2}	5,99 - 9,95
	Ac	od 7,78
M₂	C _{oc}	4,42 - 5,67
	Cr _{1/2}	4,73 - 5,47
	Cr _{3/4}	4,78 - 8,61
	C _{rc}	5,85 - 7,64
	R _{1/4}	7,78 - 10,8
	R _{1/2}	8,8 - 12,16
	R _{3/4}	9,97 - 12,49
	R _c	10,2 - 14,64

	Ac	od 8,84
C	R _i	4,22 - 6,34
	R _{1/4}	5,42 - 8,32
	R _{1/2}	7,47 - 9,59
	R _{3/4}	7,94 - 10,46
	R _c	8,85 - 12,01
	A _{1/2}	10,06 - 13,92
	Ac	od 10,99
P₁	Cr _{3/4}	4,22 - 5,64
	C _{rc}	4,64 - 6,61
	R _i	5,07 - 7,53
	R _{1/4}	7,12 - 9,59
	R _{1/2}	7,84 - 10,46
	R _{3/4}	8,83 - 10,69
	R _c	9,24 - 11,82
	A _{1/2}	10,05 - 13,02
	Ac	od 10,17
P₂	Cr _{1/2}	4,22 - 5,64
	Cr _{3/4}	4,7 - 6,61
	C _{rc}	5,63 - 7,53
	R _i	7,12 - 9,59
	R _{1/4}	7,47 - 10,46
	R _{1/2}	8,37 - 11,34
	R _{3/4}	9,24 - 12,73
	R _c	9,93 - 13,42
	A _{1/2}	10,05 - 13,99
	Ac	od 11,06
M₁	C _{li}	4,22 - 4,64
	R _{1/4}	4,7 - 5,64
	R _{1/2}	4,89 - 6,04
	R _{3/4}	5,78 - 6,88
	R _c	5,92 - 7,92
	A _{1/2}	6,54 - 9,59
	Ac	od 7,73
M₂	C _{oc}	4,22 - 5,64
	Cr _{1/2}	4,64 - 5,9
	Cr _{3/4}	5,78 - 6,98
	C _{rc}	5,92 - 7,85
	R _i	7,12 - 10,46
	C _{li}	7,73 - 10,17
	R _{1/4}	8,37 - 11,34
	R _{1/2}	9,4 - 11,76

	A _{1/2}	11,14 - 14,35
	Ac	od 11,05
M₃	Ci	8,34 - 10,16
	Cco	8,75 - 11,66
	Coc	8,13 - 16,65
	Cr _{1/2}	9,08 - 14,96
	Cr _{3/4}	9,97 - 15,44
	Cr _c	10,52 - 14,41
	Ri	12,14 - 18,43
	Cl _i	12 - 18,2
	R _{1/4}	12,31 - 18,37
	R _{1/2}	12,08 - 18,73
	R _{3/4}	13,83 - 18,7
	Rc	17,73 - 18,74
	A _{1/2}	17,06 - 18,8
	Ac	od 16,04

	R _{3/4}	10,02 - 14,76
	Rc	10,17 - 12,92
	A _{1/2}	11,27 - 13,02
	Ac	od 11,24
M₃	Ci	8,28 - 12,99
	Coc	8,34 - 14,23
	Cr _{1/2}	9,4 - 13,02
	Cr _{3/4}	11,24 - 11,83
	Cr _c	10,05 - 13,92
	Ri	12,25 - 16,86
	Cl _i	13,75
	R _{1/4}	13,67 - 18,3
	R _{1/2}	13,25 - 18,57
	R _{3/4}	15,89 - 18,08
	Rc	16,22 - 18,46
	A _{1/2}	16,33 - 18,82
	Ac	od 16,62

Po zhodnocení všech panoramatických rentgenových snímků jsem mohla zpracovat i ostatní cíle této práce. Již při hodnocení jsem si všímala a porovnávala vývoj zubů v obou polovinách dolní čelisti a výsledek je v tomto případě takový, že kromě několika výjimek se vývoj obou polovin naprosto shodoval. Dalším cílem bylo zjistit, zda se zuby vyvíjí stejně rychle u obou pohlaví, tzn., že se jednotlivá vývojová stádia zubů objevují u dívek i u chlapců ve stejném věku. V tomto případě jsem zjistila, že vývoj zubů u dívek je rychlejší, jednotlivá vývojová stádia zubů se u nich objevují v dřívějším věku než u chlapců. V počátečních vývojových stádiích se rozdíly pohybují v rámci desetin roku, ale u pozdějších stádií se tento rozdíl zvyšuje na zhruba půl roku a v případě třetího moláru je věkový rozdíl v předposledním stádiu, tzn., ve stádiu, kdy je apikální část z poloviny uzavřená, až na hodnotě zhruba jeden a půl roku.

DISKUZE

Tato diplomová práce si kladla za úkol několik bodů. Prioritním úkolem bylo ověřit, zda je metoda navržená Moorreesem a kolegy vhodná pro použití k odhadu zubního věku v bioarcheologii. Nejdříve tedy proběhlo ohodnocení stavu mineralizace chrupu u všech rentgenových snímků, které jsem měla k dispozici. Následně bylo potřeba porovnat validitu metody pro tuto populaci a zjistit relativní odchylku v odhadu věku v jednotlivých věkových třídách pro jednotlivé zuby i jejich kombinace a na základě konstatovaných rozdílů predikovat rizika chyb a interval přesnosti odhadnutého věku. Dalším cílem bylo zjistit, zda je odhad zubního věku oproti věku chronologickému spíše nadhodnocený nebo naopak podhodnocený, zda se zuby vyvíjejí v obou polovinách dolní čelisti stejně a zda se liší vývoj zubů mezi pohlavími.

Výsledky hodnocení jsem zpracovala do jednotlivých grafů, které jsou přehlednější, než pouhý popis a je z nich nejlépe vidět, jaké jsou u jednotlivých zubů relativní odchylky odhadu zubního věku.

Z jednotlivých grafů je velmi dobře vidět, že metoda MFH obstála v hodnocení vývojových stádií zubů a následném zjištění zubního věku velmi dobře. U většiny věkových skupin a u většiny zubů nepřesáhla relativní odchylka odhadu hranici 0,5 roku a často se tato odchylka pohybovala pouze v desetinách roku. Díky tomu metoda prokázala svou životaschopnost v posuzování zubního věku a vzhledem k možnosti použít pro odhad i jediný zub, si zaslouží být na prvním místě v použití pro potřeby bioarcheologie a dalších oborů, které se potýkají s poškozením zkoumaného materiálu, nebo dokonce rizikem ztráty potřebného zubního vzorku. Tento závěr ostatně potvrdili i další autoři, kteří se rozhodli pro odhad zubního věku také použít metodu Moorreese a kolegů (Phillips, van Wyk Kotze 2009, Corral et al. 2010, Graham et al. 2010).

Výsledky po použití metody MFH na francouzskou populaci pro odhad věku ukazují, že kromě několika počátečních vývojových stádií u několika zubů, byl zubní věk oproti chronologickému téměř vždy podhodnocený. Podle dostupných literárních údajů je prokazatelné, že metody používané pro odhad věku na základě hodnocení mineralizace a erupce zubů se mezi populacemi liší, pokud jde o podhodnocení nebo nadhodnocení věku (Corral et al. 2010). To dokazují i výsledky jednotlivých prací, které se, stejně jako tato diplomová práce, zabývaly testováním metody MFH na různých populacích. Například Corral se spolupracovníky (2010) testovala 6 různých metod pro odhad zubního věku a

právě metoda MFH dopadla ze všech možností nejlépe, protože zubní věk odhadnutý pomocí této metody vykazoval nejlepší korelaci s chronologickým věkem. Zároveň zjistili, že u jimi použité populace došlo ve větší části případů k nadhodnocení zubního věku oproti věku chronologickému. Naopak např. Graham s kolegy (2010), kteří využili metodu MFH pro odhad věku u australských dětí, dospěli ke stejným výsledkům jako tato diplomová práce. U velké části vzorku došlo k podhodnocení zubního věku oproti věku chronologickému (Graham et al. 2010). Stejných výsledků, tedy podhodnocení zubního věku při použití metody MFH, dosáhl i Phillips a van Wyk Kotze (2009). Metodu využili k odhadu zubního věku u tří jihoafrických populací.

Výsledky této diplomové práce dále potvrzují, že vývoj zubů se u dívek a chlapců liší, u dívek je vývoj zubů rychlejší a jednotlivá vývojová stádia se u nich objevují dříve, což potvrzují i jiné práce, např. studie, kterou vypracoval Harris (2010). Jakékoli dvě děti stejného kalendářního věku se mohou více nebo méně lišit vývojem svých zubů. I přes stovky studií zabývajících se vývojem zubů nejsme blíže k pochopení toho, proč to tak je a jak k tomu dochází. Je předpokládáno, že zásadní roli v rozdílu mezi jednotlivými populacemi skutečně hraje pohlaví a také etnická příslušnost. I u odlišných populací platí, že u dívek se jednotlivá vývojová stádia zubů objevují v dřívějším věku než u chlapců. Dále také platí, že v raném dětství je věkový rozdíl mezi oběma pohlavími malý a s věkem se postupně zvyšuje. Největší rozdíl se objevuje u posledních vývojových stádií špičáku a zejména u vývojových stádií třetího moláru (Liversidge 2011).

Tato diplomová práce se dále zabývala porovnáním vývoje zubů v pravé a levé polovině dolní čelisti. Bylo zjištěno, že vývojová stádia zubů obou polovin se ve více než 98% neliší. Na tomto faktu se shodují všechny práce zabývající se odhadem zubního věku, ať již pomocí metody MFH, stejně jako v této diplomové práci, nebo za použití metody podle Demirjiana a kolegů (Phillips, van Wyk Kotze 2009, Corral et al. 2010, Graham et al. 2010).

V této práci byly k odhadu zubního věku použity všechny dostupné zuby, tedy včetně třetího moláru (tzv. zubu moudrosti). Tento zub je specifický tím, že jeho mineralizace a erupce bývá dokončena jako poslední a jednotlivá vývojová stádia jsou charakteristická širokým intervalem věku, ve kterém je možné se s určitým stádiem setkat. U třetího moláru navíc nejčastěji dochází k nejrůznějším malformacím nebo špatnému směru růstu, kdy zub roste např. do boku. Tyto situace vývoj zubu samozřejmě ovlivňují a mohou také negativně ovlivnit odhad zubního věku. Postavení třetího moláru je obecně

v odhadu zubního věku poměrně komplikované a zdá se, že velice záleží na hodnocené populaci i konkrétních jedincích. Třetí molár se totiž vyvíjí velice dlouho a zřejmě proto jsou při jeho použití pro hodnocení zubního věku výsledky poměrně nesourodé. Většina prací se shoduje na tom, že ačkoli je možné třetí molár (tzv. zub moudrosti) k odhadu zubního věku bez problémů použít, je nutné počítat s tím, že jednotlivá vývojová stádia se budou vyskytovat v širším věkovém rozpětí, tedy ve větším intervalu, než stádia ostatních zubů a v odhadu se proto mohou objevovat větší odchylky (McGettigan et al. 2011).

V diskuzi několikrát zmiňují, že při použití konkrétní metody pro odhad zubního věku je potřeba vždy brát v úvahu populační specifitu. Zajímavá studie Helen Liversidge (2011) ale vnesla do problematiky populační specifity nové poznatky. Její práce se zabývá porovnáním dentální maturace u dvou etnických skupin žijících v Londýně. Nejzajímavějším zjištěním této srovnávací studie bylo, že průměrný věk vstupu každého zubu do určité vývojové fáze byl podobný a rozdíly mezi oběma skupinami malé. Naproti tomu ale byly zjištěny výrazné odchylky u jednotlivých vývojových stádií zubů v rámci každé skupiny. To znamená, že u vývoje zubů je třeba spíše než etnickou příslušnost brát v úvahu individuální vývoj každého jedince, který se může u každého velmi lišit (Liversidge 2011). Ke stejnému závěru lze dospět i v mé práci: při pohledu na jednotlivé grafy i graf souhrnný, je jasné vidět, že metoda je velice dobře použitelná i pro evropskou populaci, přestože byla vytvořena podle populace severoamerické. Naopak při pečlivém prostudování tabulky, ve které je přehled všech stádií všech zubů a k nim přidělené věkové rozpětí, ve kterém se dané stádium v souboru francouzských dětí vyskytovalo, lze zjistit, že intervaly jsou poměrně široké, což dokazuje, že vývoj jednotlivých zubních stádií je u každého jednotlivce individuální.

Vzhledem ke všem výše zmíněným důvodům je proto vždy vhodné, pokud to materiál dovoluje, použít k odhadu věku více metod, ať už metody zaměřující se na odhad věku podle fyzických parametrů (např. ochlupení nebo vývoj druhotných pohlavních znaků), nebo metody využívající k odhadu znaky na kostech (Corral et al. 2010).

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda metoda, která vznikla před padesáti lety, ob stojí při hodnocení populace současné a dokáže tak, že je použitelná nejen na populace dnešní doby, ale že se dá použít i pro potřeby bioarcheologie, tedy na jedince, kteří pochází z různých časových období. Použitím metody MFH pro hodnocení mineralizace a erupce chrupu francouzských dětí z jihozápadní Francie ve věku 4 - 18 let narozených v rozmezí let 1989 - 2004 jsem zjistila jejich zubní věk a mohla ho pak porovnat s věkem chronologickým. Tímto porovnáním jsem zjistila, že u většiny zubů byl odhad věku skutečně blízký věku chronologickému, kdy odchylka odhadu většinou nepřesahovala hodnotu 0,5 roku. Tento trend se u většiny zubů objevoval zejména v počátečních stádiích vývoje a u konečných stádií naopak často docházelo k narůstání odchylky odhadu. I přesto, že u posledních vývojových stádií byly odchylky odhadu vyšší, odhad dával poměrně přesnou informaci o tom, v jaké věkové kategorii se každé dítě nachází. Metoda se tedy velmi dobře osvědčila i na současné populaci evropského původu, přestože byla vytvořena již v roce 1963 a navíc na populaci severoamerické. Z výsledků mé práce dále vyplývá, že u drtivé většiny hodnocených dětí byl zubní věk oproti chronologickému podhodnocen, ačkoli byl očekáván opak. Bylo předpokládáno, že u zubů zkoumané francouzské populace bude působit pozitivní sekulární trend a že bude vývoj zubů urychlen. Samozřejmě je ale potřeba vzít v úvahu, že jistou roli může hrát i populační specifita metody, a že nejde o populace ze stejné oblasti. Z podrobného zpracování grafů ale bylo možné vyčíst, že počáteční stadia většiny zubů, zejména řezáků a první stoličky, což jsou zuby, které se prořezávají mezi prvními, se u mnou zkoumané populace objevovala v nižším věku než u populace, na které byla metoda vytvořena. To znamená, že u některých zubů, konkrétně tedy u řezáků a prvního moláru, je možné říci, že k působení pozitivního sekulárního trendu skutečně dochází, ale následně dochází ke zpomalení procesu mineralizace a erupce a zuby se vyvíjejí pomaleji. Proto byl zubní věk u nejnižších vývojových stádií těchto zubů naopak nadhodnocen, ale při přechodu do vyšších vývojových stádií došlo ke zlomu a zubní věk byl již ve všech ostatních stádiích podhodnocený. Výsledky také ukázaly, že u dívek se jednotlivá vývojová stadia zubů objevují v dřívějším věku než u chlapců. Hodnocení zkoumané populace také přineslo zjištění, že zuby levé a pravé strany dolní čelisti se ve více jak 98% případů vyvíjejí stejně.

Výsledky byly záměrně zpracovány nejen pro kombinaci všech zubů, ale zejména pro zuby jednotlivé a dále pro kombinaci prvních dvou stoliček. Důvodem je fakt, že v bioarcheologii je velká pravděpodobnost, že kosterní nález nebude mít kompletní chrup. I výsledky hodnocení jednotlivých zubů dokazují, že je metoda velice dobře použitelná a že poskytuje velice dobré výsledky, ale je potřeba říci, že je samozřejmě vždy výhodné využít všechny dostupné zuby, protože čím více zubů je k dispozici, tím je také odhad spolehlivější. Zároveň je potřeba zdůraznit, že i přesto, že je metoda odhadu věku na základě mineralizace a erupce chrupu poměrně spolehlivá, je ideální ji kombinovat s dalšími metodami, pokud to kosterní nález dovoluje. Vždy je potřeba mít na paměti, že vývoj člověka je ovlivněn velkým množstvím faktorů, a to jak vnějších, tak i vnitřních. Tyto faktory, od vlivu životního prostředí, přes nutriční vlivy, zdravotní stav jedince, až po genetické faktory, zásadním způsobem ovlivňují vývoj každého jedince. I proto se ve všech disciplínách hovoří o odhadu věku, nikoli o jeho určení.

Závěrem lze tedy říci, že po použití metody MFH na současnou francouzskou populaci a po zhodnocení výsledků odhadu, lze tuto metodu bez jakýchkoli pochybností doporučit pro použití při odhadu věku kosterních nálezů v bioarcheologii a dalších disciplínách, protože prokázala svou životaschopnost a reliabilitu ve všech ohledech hodnocení. Metoda navíc koresponduje velkou výhodou, kterou je možnost, využít k odhadu zubního věku i jen jeden jediný zub, což je obzvláště pro potřeby bioarcheologie nedocenitelné. Metoda MFH je kromě toho i velice dobře graficky zpracovaná a jednotlivá stadia vývoje jednotlivých zubů jsou velmi dobře popsána a názorně načrtnutá, takže při odečítání stádií má hodnotitel velice názornou pomůcku. Díky tomu se eliminuje riziko chyby při odečítání a tím samozřejmě i riziko chybného nebo nepřesného odhadu zubního věku.

POUŽITÁ LITERATURA

- Al - Emran S. (2008): Dental age assessment of 8,5 to 17 - year - old Saudi children using Demirjian's method, *The Journal of Contemporary Dental Practise*, 9, 3, 64 – 71
- Baker B. J., Dupras T. L., Tocheri M. W. (2005): *The osteology of infants and children*, Texas A&M University Press, 53 - 71
- Brkic H., Keros J., Kaic Z., Cadez J. (2000): Hereditary and environmental dental findings in identification of human remains, *Coll. Antropol.*, 24, 79 – 83
- Brown T. (1978): Tooth emergence in Australian Aboriginals, *Annals of Human Biology*, 5, 1, 41 - 54
- Brůžek J., Schmitt A., Murail P. (2005): Identification biologique individuelle en paléoanthropologie, Détermination du sexe et estimation de l'âge au décès à partir du squelette, *Origine et evolution humaine. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, Paris, 217–246
- Cameriere R., Ferrante L. (2008): Age estimation in children by measurement of carpals and epiphyses of radius and ulna and open apices in teeth, *Forensic Science International*, 174, 1, 59 - 62
- Cameriere R., Ferrante L., Cingolani M. (2006): Age estimation in children by measurement of open apices in teeth, *International Journal of Legal Medicine*, 120, 49 - 52
- Cormack D. H. (2001): *Essential histology*, second edition
- Corral C., García F., García J., León P., Herrera A., Martínez C., Moreno F. (2010): Chronological versus dental age in subjects from 5 to 19 years: a comparative study with forensic implications, *Colombia Médica*, 41, 215 - 223
- Čihák R. (2002): *Anatomie 2*, Grada Publishing a.s.
- Dalhberg A. A. (1971): *Dental Morphology and Evolution*, University Press
- Demirjian A., Goldstein H., Tanner M. (1973): A new system of dental age assessment, *Human Biology*, 45, 2, 211
- Demongeot J. (2009): Biological Boundaries and Biological Age, *Acta Biotheoretica*, 57, 397 - 418
- Dias P. E. M., Beaini T. L., Melani R. F. H. (2010): Age estimation from dental cementum incremental lines and periodontal disease, *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 28, 1, 13 - 21

Dostálová T., Seydlová M. (2008): Stomatologie, Grada Publishing a.s.

El - Bakary A. A., Hammad S. M., Mohammed F. (2010): Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods, Journal of Forensic and Legal Medicine, 17, 363 - 367

Finkel D., Whitfield K., McGue M. (1995): Genetic and environmental influences on functional age: a twin study, Journal of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 50, 104 - 113

Flores-Mir C., Mauricio F. R., Orellana M. F., Major P.W. (2005): Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage, The Angle Orthodontist, 75, 935 - 940

Harris E. F. (2010): Technical note: Primary tooth mineralization and exfoliation ages calculated from the Moorrees-Fanning-Hunt study, Dental Anthropology, 23, 61 - 65

Graham J. P., O'Donnel C. J., Craig P. J. G., Walker G. L., Hill A. J., Cirillo G. N., Clark R. M., Gledhill S. R., Schneider - Kolsky M. E. (2010): The application of computerized tomography (CT) to the dental ageing of children and adolescents, Forensic Science International, 195, 58 - 62

Harris E. F. (2010): Technical Note: Primary Tooth Mineralization and Exfoliation Ages Calculated from the Moorrees-Fanning-Hunt Study, Dental Anthropology, 23, 61 - 65

Hillson S. (1996): Dental Anthropology, Cambridge: University Press, 373

Ingram D. K., Nakamura E., Smucny D., Roth G. S., Lane M. A. (2001): Strategy for identifying biomarkers of aging in long-lived species, Experimental

Junqueira L. C., Carneiro J., Kelley R. O. (2002): Základy histologie, 1. vydání, 271 - 275

Klika E. (1988): Histologie pro stomatology, 1. vydání, Praha: Avicenum, 448

Komínek J., Rozkovicová E. (1984): Metoda určování zubního věku a její význam pro praxi, Pokroky ve stomatologii 2, Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 175-208

Komlos J. (1995): The biological standard of living on three continents, Further explorations in anthropometric history, Boulder, CO: Westview Press - in Molnar S. (2005): Human variation; Races, types and ethnic groups

Kruťko V. N., Smirnova T. M., Dontsov V. I., Borisov S. E. (2001): Diagnosing Aging: Problem of Reliability of Linear Regression Models of Biological Age, Human Physiology, 27, 6, 725 - 731

Kullman L. (1995): Accuracy of two dental and one skeletal age estimation method in Swedish adolescents, *Forensic Science International*, 75, 225 - 236

Lauweryns I., Carels C., Vlietinck R. (1993): The use of twins in dentofacial genetic research. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103, 33 - 38

Liversidge H. M., Lyons F., Hector M. P. (2002): The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth, *Forensic Science International*, 3, 22 - 29

Liversidge H. M., Chailett N., Mörnstad H., Nyström M., Rowlings K., Taylor J., Willems G. (2006): Timing of Demirjian's tooth formation stages, *Annals of Human Biology*, 33, 4, 454 - 470

Liversidge H. M., Smith B. H., Maber M. (2010): Bias and Accuracy of Age Estimation Using Developing Teeth in 946 Children, *American Journal of Physical Anthropology*, 143, 545 – 554

Liversidge H. M. (2011): Similarity in dental maturation in two ethnic groups of London children, *Annals of Human Biology*, 38, 6, 702 - 715

Liversidge H. M. (2012): The assessment and interpretation of Demirjian, Goldstein and Tanner's dental maturity, *Annals of Human Biology*, 39, 5, 412 - 431

McGettigan A., Timmins K., Herbison P., Liversidge H., Kieser J. (2011): Wisdom Tooth Formation as a Method of Estimating Age in a New Zealand Population, *Dental Anthropology*, 24, 33 - 41

Melzer D., Hurst A. J., Frayling T. (2007): Genetic Variation and Human Aging: Progress and Prospects, *Journal of Gerontology*, 3, 301 – 307

Molnar S. (2005): Human variation; Races, types and ethnic groups

Monge J., Mann A., Stout A., Roger J., Wadenya R. (2007): Dental calcification stages of the permanent M1 and M2 in U.S. children of African-American and European-American ancestry born in the 1990s, *Dental Perspectives on Human Evolution*, 263 - 274

Moorrees C. F. A., Fanning E. A., Hunt Jr. E. E. (1963): Age variation of formation stages for ten permanent teeth, *Journal of Dental Research*, 42, 1490 - 1502

Naser D. H., Abu Alhaija E. S., Al-Khateeb S. N. (2011): Dental age assessment in patients with maxillary canine displacement, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140, 848 - 855

Ogodescu A. E., Ogodescu A., Szabo K., Tudor A., Bratu E. (2011): Dental maturity - a biologic indicator of chronological age: Digital radiographic study to assess dental age in Romanian children, *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*,

1, 5, 32 - 40

Pelsmaekers B., Loos R., Carels C., Derom C., Vlietinck R. (1997): The Genetic Contribution to Dental Maturation, *Journal of Dental Research*, 76, 7, 1337 - 1340

Phillips V. M., van Wyk Kotze T. J. (2009): Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three South African children samples, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 27, 2, 20 - 28

Pilin A., Pudil F., Bencko V. (2007): Changes in colour of different human tissues as a marker of age, *International Journal of Legal Medicine*, 121, 158 - 162

Rai B. (2008): The evaluation of two radiographic methods for age determination of children in an Indian population, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 27, 2, 30 - 33

Rai B., Anand S. C. (2006): Tooth Developments: An Accuracy of Age Estimation of Radiographic Methods, *World Journal of Medical Sciences*, 1, 130 - 132

Rai B., Kaur J., Anand S. C. (2009): Mandibular third molar development staging to chronologic age and sex in North Indian children and young adults, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 27, 2, 45 - 49

Saunders S., DeVito C., Herring A., Southern R., Hoppa R. (1993): Accuracy tests of tooth formation age estimations for human skeletal remains, *American Journal of Physical Anthropology*, 92, 2, 173 - 188

Shackelford L. L., Stinespring Harris A. E., Konigsberg L. W. (2012): Estimating the distribution of probable age-at-death from dental remains of immature human fossils, *American Journal of Physical Anthropology*, 147, 227 - 253

Scheuer L., Black S. (2000): *Developmental Juvenile Osteology*, Elsevier

Smith B. H. (1991): Standards of human tooth formation and dental age assessment, *Advances in Dental Anthropology*, 143 - 168

Smith T. M., Tafforeau P., Reid D. J., Pouech J., Lazzari V., Zermeno J. P., Guatelli-Steinberg D., Olejniczak A. J., Hoffman A., Radovic J., Makaremi M., Toussaint M., Stringer C., Hublin J. J. (2010): Dental evidence for ontogenetic differences between modern humans and Neanderthals, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 20923 - 20928

Stloukal M., Dobisíková M., Kuželka V., Stránská P., Velemínský P., Vyhnánek L., Zvára K. (1999): *Antropologie, Příručka pro studium kostry*, Národní muzeum

Tanner J. M. (1986): Growth as a mirror of the condition of society: Secular trends and class distinctions, Human Growth, a multidisciplinary review, 3 - 34 - in Molnar S. (2005): Human variation; Races, types and ethnic groups

Townsend G. Hughes T., Luciano M. (2009): Genetic and environmental influences on human dental variation: A critical evaluation of studies involving twins, Archives of Oral Biology, 54, 45 - 51

Wenzel A., Richards A., Heidmann J. (2010): Matching simulated antemortem and postmortem dental radiographs from human skulls by dental students and experts: testing skills for pattern recognition, Journal of Forensic Odontostomatology, 28, 1, 5 - 12

Wheeler H. E., Kim S. K. (2011): Genetics and genomics of human ageing, Philosophical Transactions of The Royal Society, 366, 43 - 50

Willems G. (2001): A review of the most commonly used dental age estimation techniques, The Journal of Forensic Odonto-Stomatology, 19, 9 – 17

Willems G. et al. (2001): Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited, Journal of Forensic Science, 46, 4, 893 - 895